

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO ODONTOPEDIATRIA

KARIN FAUST

**EFEITO DO FLÚOR FOSFATO ACIDULADO – GEL E ESPUMA –
SOBRE LESÃO DE CÁRIE ARTIFICIAL EM
ESMALTE DE DENTES DECÍDUOS: ESTUDO *IN VITRO***

Dissertação de Mestrado

Florianópolis
2006

KARIN FAUST

**EFEITO DO FLÚOR FOSFATO ACIDULADO – GEL E ESPUMA –
SOBRE LESÃO DE CÁRIE ARTIFICIAL EM
ESMALTE DE DENTES DECÍDUOS: ESTUDO *IN VITRO***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia - Área de Concentração Odontopediatria.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Izabel Cristina Santos Almeida

Florianópolis
2006

F267e Faust, Karin

Efeito do flúor fosfato acidulado – gel e espuma – sobre lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos / Karin Faust; orientadora Izabel Cristina Santos Almeida. – Florianópolis, 2006.

113f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Opção Odontopediatria.

Inclui bibliografia.

1. Esmalte dentário. 2. Dente decíduo. 3. Cárie dentária. 4. Fluorfosfato acidulado. 5. Dureza. I. Almeida, Izabel Cristina Santos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Opção Odontopediatria. III. Título.

CDU 616.314-089.844

Catálogo na fonte por: Sibele Meneghel Bittencourt CRB 14/244.

KARIN FAUST

**EFEITO DO FLÚOR FOSFATO ACIDULADO – GEL E ESPUMA –
SOBRE LESÃO DE CÁRIE ARTIFICIAL EM
ESMALTE DE DENTES DECÍDUOS: ESTUDO *IN VITRO***

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de “Mestre em Odontologia”, área de concentração Odontopediatria, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 10 de março de 2006.

Prof. Dr. Ricardo de Sousa Vieira
Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Izabel Cristina Santos Almeida
Orientadora

Prof. Dr. Alberto Carlos Botazzo Delbem
Membro

Prof. Dr. Ricardo de Sousa Vieira
Membro

Dedico esta dissertação,

*A Deus, por iluminar meu caminho e dar forças para atingir meus
ideais, "Se deus é por nós, quem será contra nós?" RM 8:31*

*Aos meus pais, Wanderlei e Janete, por todo amor, apoio, incentivo,
por sempre terem acreditado em mim,
minha eterna gratidão, a vocês devo minha vida.*

*Ao meu noivo, Jaime, por todo amor, compreensão, paciência e
carinho e, ao nosso bebê que está por vir e
que já nos proporciona tantas alegrias...*

*À minha família, meus irmãos, Gunter, Kelly e Richard, meu
sobrinho André, meus cunhados Mirela, Claudia e Daniel
e meus sogros Jaime e Cecília, pelo carinho, amizade
e incentivo em todos os momentos.*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha orientadora, **Profª. Drª. Izabel Cristina Santos Almeida**, minha gratidão pela amizade, incentivo, orientação e ensinamentos recebidos.

Ao Diretor do Centro de Ciências da Saúde, **Prof. Cleo Nunes de Souza**, pelo carinho, amizade, atenção e apoio durante toda esta caminhada.

Aos Professores da Disciplina de Odontopediatria da Universidade Federal de Santa Catarina: **Profª. Drª. Izabel Cristina Santos Almeida, Profª. Drª. Joecí Oliveira, Profª. Drª. Maria José Carvalho Rocha, Prof. Dr. Ricardo de Sousa Vieira e Profª. Drª. Vera Lúcia Bosco**, pela amizade, carinho e transmissão de seus conhecimentos.

À **Psicóloga Rosamaria Areal**, pelo carinho e transmissão de sua experiência no atendimento às crianças.

Aos **Professores do Curso de Graduação e do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UFSC**, meus sinceros agradecimentos por minha formação.

Ao **Prof. Dr. João Carlos Caetano**, pela amizade, carinho e incentivo para dar meus primeiros passos na pesquisa científica.

Às colegas do Mestrado em Odontopediatria, **Alice, Ana Carolina, Núbia e Thais**, pela amizade e carinho.

Aos colegas do Doutorado em Odontopediatria **Ana Cristina, Angela, Carla, Eduardo, Isabelita, Meire, Michele e Mirian** pelo apoio e amizade.

Em especial, ao **Eduardo**, minha dupla de clínica, por ensinar muito do que hoje sei, e pela inestimável ajuda e amizade.

A todos os **amigos e colegas da Pós-Graduação**, pela amizade e
companheirismo desfrutados ao longo destes anos.

Em especial, à amiga **Carla Miranda** pelo carinho e amizade incondicional.

À **Profª. Sandra Teixeira Bittencourt**, da Universidade do Sul de Santa Catarina –
UNISUL, pela amizade e incentivo durante toda minha formação profissional.

Às colegas **Mabel, Maria Letícia e Mariane**, pelo incentivo e carinho.

À **Ana Cristina Gerent Petry Nunes, Mariane Cardoso e Profª. Drª. Maria José
de Carvalho Rocha** pela oportunidade e transmissão de seus conhecimentos
no **Programa de Atendimento ao Paciente Traumatizado da UFSC**.

A **Laclede do Brasil**, em nome de **Drª. Andrea Bernardes**, Diretora Técnica,
pela doação do flúor fosfato acidulado em espuma.

À **Farmácia de Manipulação Flor de Anis**, em nome de **Dayane e Marcelo**, pela
atenção e disposição em ajudar com as formulações das soluções utilizadas.

A todos os **servidores** da Universidade Federal de Santa Catarina,
pela atenção e auxílio constantes.

Ao funcionário **Lauro** do Laboratório de Materiais da UFSC, por sua
disposição para ajudar.

Às secretárias da Odontopediatria, **Ivalda e Bete** pela amizade
e atenção constante.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, **Ana**, pela
prontidão e profissionalismo nos favores dispensados.

A todos meus **familiares e amigos**, que se fizeram presentes através
de palavras e pensamentos de apoio e incentivo.

FAUST, Karin. **Efeito do flúor fosfato acidulado – gel e espuma – sobre lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos: estudo *in vitro***. 2006. 112f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – Área de Concentração Odontopediatria) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, o efeito do FFA, gel e espuma, por 1 e 4 minutos, sobre lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos, submetido à ciclagem de pH. Os espécimes com valores médios de microdureza superficial inicial do esmalte entre 272 e 331KHN foram selecionados para a formação da lesão de cárie artificial. Posteriormente, foram divididos aleatoriamente em 6 grupos (n=15): Controle não-ciclado, Controle ciclado, Gel 1min, Gel 4min, Espuma 1min e Espuma 4min. O grupo Controle não-ciclado foi mantido em ambiente úmido, enquanto foram realizadas a aplicação de FFA e a ciclagem de pH. Após, os espécimes foram seccionados ao centro para o teste de microdureza em secção longitudinal do esmalte. Os valores de microdureza das profundidades de 20 a 180µm foram convertidos em percentual de volume mineral (%Vol) e a área de recuperação mineral (ΔZ_R) foi calculada. A análise dos valores de ΔZ_R demonstraram que os grupos Gel 1min e Espuma 4min apresentaram melhor desempenho apesar de não haver diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$). A avaliação do %Vol indicou diferença significativa somente na profundidade 60µm ($p=0,005$). De acordo com os dados observados, uma única aplicação de FFA, em gel ou espuma, por 1 ou 4 minutos, não foi suficiente para a remineralização de lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos.

Palavras-chave: esmalte dentário, dente decíduo, cárie dentária, fluorfosfato acidulado, dureza.

FAUST, Karin. **Effect of acidulated phosphate fluoride – gel and foam – on enamel caries-like lesion of primary teeth: *in vitro* study**. 2006. 112f. Dissertation (Master Degree in Dentistry – Pediatric Dentistry) – Federal University of Santa Catarina, Florianópolis.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate *in vitro* the effect of APF, gel and foam, for 1 to 4 minutes, on artificial caries lesion in the enamel of primary teeth submitted to the pH cycling. The specimens with medium values of initial superficial enamel microhardness between 272 and 331KHN were selected for the formation of the artificial caries lesion. Later, they were randomly divided into 6 groups (n=15): uncycled control, cycled control, gel 1min, gel 4min, foam 1min and foam 4min. The uncycled control group was maintained in humid environment, while the application of APF and the pH cycling were accomplished. After, the specimens were sectioned at the center for the enamel cross-sectional microhardness test. The values of microhardness of the depths from 20 to 180 μ m were converted into percentile of mineral volume (%Vol) and the area of mineral recovery (ΔZ_R) was calculated. The analysis of the ΔZ_R values demonstrated that the groups gel 1min and foam 4 min presented a better performance in spite of not existing significant statistical differences ($p>0,05$). The evaluation of %Vol indicated a significant difference only in the 60 μ m depth ($p=0,005$). In accordance with the data analyzed, a single application of APF gel or foam, for 1 or 4 minutes, was not enough for the remineralization of the artificial caries lesion in the enamel of primary teeth.

Key words: dental enamel, deciduous tooth, dental caries, acidulated phosphate fluoride, hardness.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C: grau Celsius

%PDS: percentual de perda de dureza superficial

%Vol: percentual de volume mineral

ΔZ : Delta Z (área de perda mineral)

ΔZ_R : Delta Z_R (área de recuperação mineral)

ADA: American Dental Association

APF: acidulated phosphate fluoride

CaF_2 : fluoreto de cálcio

CSMH: cross-sectional microhardness

DP: desvio padrão

F: flúor

FFA: flúor fosfato acidulado

g: grama

h: hora

KHN: Knoop Hardness Number

L: litro

MFP: monofluorfosfato

mg: miligrama

min: minuto

ml: mililitro

mm: milímetro

n: número

pH: potencial de Hidrogênio

ppm: partes por milhão

PVC: policloreto de vinila

rpm: rotações por minuto

s: segundos

SMH: surface microhardness

μ : micron

μm : micrometro

SUMÁRIO

Resumo	vii
Abstract	xiii
Lista de Abreviaturas e Siglas	ix
1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
2.1 Aspectos éticos	18
2.2 Delineamento experimental	18
2.3 Seleção dos dentes	19
2.4 Preparo dos espécimes	20
2.5 Determinação da microdureza superficial inicial	23
2.6 Formação da lesão de cárie artificial	25
2.7 Determinação da microdureza superficial após formação da lesão de cárie artificial	26
2.8 Aplicação de flúor fosfato acidulado (FFA)	27
2.9 Ciclagem de pH	28
2.10 Preparo dos espécimes para determinação da microdureza em secção longitudinal	29
2.11 Determinação da microdureza em secção longitudinal do esmalte	31
2.12 Cálculo da recuperação mineral do esmalte (ΔZ_R)	32
2.13 Análise estatística	33
3 ARTIGO	34
3.1 Versão em português	34
3.2 Versão em inglês	57
4 REFERÊNCIAS	80
APÊNDICES	84
A Informação e consentimento pós-informação para pesquisa	85
B Valores médios de microdureza superficial inicial e após a formação da lesão de cárie artificial	86
C Formulação química das soluções desmineralizadora (DES – indutora de cárie) e remineralizadora (RE)	95
D Estudo piloto para determinação do período de exposição do esmalte dental decíduo à solução indutora de cárie	96

E Valores médios de microdureza em secção longitudinal do esmalte e percentual de volume mineral (%Vol) em cada profundidade	100
F Tabelas e figuras complementares da análise estatística em relação ao Delta Z_R (Δ_R)	108
G Relação dos trabalhos elaborados durante o mestrado	110
ANEXO	112
A Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos – UFSC	113

1 INTRODUÇÃO

A ação do flúor¹ na prevenção e terapêutica do processo de desenvolvimento da lesão de cárie dental tem sido comprovada como resultado da utilização de produtos fluoretados nas suas diversas formas de apresentação, diferentes concentrações e frequência de aplicação, garantindo sua presença constante na cavidade bucal (van RIJKOM; TRUIN; van't HOF, 1998, CURY, 2001; MARINHO et al., 2003a, MARINHO et al., 2003b, MARINHO et al., 2004).

Com o entendimento da cárie dental como doença, compreende-se também que seu tratamento e prevenção requerem, além da utilização do flúor, medidas educativo-preventivas que incluem orientações quanto aos hábitos alimentares e de higiene. Entretanto, apesar do uso isolado do flúor não impedir o desenvolvimento da cárie, o declínio mundial dessa doença durante as últimas décadas tem sido atribuído a sua ampla utilização (CURY, 2001).

O flúor age como um importante auxiliar para a manutenção do equilíbrio mineral dos dentes, atuando diretamente na dinâmica do processo de remineralização (FEATHERSTONE et al., 1986, ten CATE, 1990). Inicialmente, o efeito inibidor da cárie era atribuído à incorporação de flúor nos cristais de hidroxiapatita durante a formação dos dentes, tornando-os mais resistentes às quedas de pH. Este fato levou à disseminação da fluoretação das águas de abastecimento público, sendo o efeito sistêmico do flúor à época considerado o

¹ Termo genérico para definir as formas químicas iônica (fluoreto ou íon flúor), ionizável (mineralizada, na forma de MFP) e não-ionizável (ligado covalentemente) do elemento flúor (CURY, 2001).

principal responsável pelo declínio da cárie dental (HICKS; GARCIA-GODOY; FLAITSZ, 2004).

Todavia, atualmente, sabe-se que o efeito tópico é o mais importante na redução da prevalência da doença (CURY, 2001, HICKS; GARCIA-GODOY; FLAITSZ, 2004). Acredita-se que a interação pós-eruptiva com o esmalte seja mais relevante e há consenso de que o flúor importante é aquele mantido constante na cavidade bucal, o qual é capaz de interferir diretamente no desenvolvimento e progressão da lesão de cárie, reduzindo a quantidade de minerais perdidos, inibindo a desmineralização, e aumentando a quantidade repostada, implementando, desta forma, a remineralização (ten CATE, 1990). Muitos pesquisadores consideram o uso do flúor em baixa concentração e em alta frequência, através dos dentífricos e água de abastecimento, como a principal razão para o declínio da doença cárie. Ainda, consideram o dentífrico fluoretado como o melhor método tópico, visto que ao mesmo tempo em que a placa dental é desorganizada periodicamente pelo ato da escovação, o flúor é utilizado de forma freqüente e regular (BRATTHALL; HÄNSEL; SUNDBERG, 1996, CURY, 2001).

Por outro lado, a prevalência dessa doença ainda é considerada alta em alguns indivíduos ou grupos (CURY, 2001). Nestes casos devem ser considerados fatores individuais, como o risco ou atividade de cárie, estando indicada a aplicação tópica de produtos com alta concentração de flúor (ØGAARD; SEPPÄ; RØLLA, 1994, NEWBRUN, 2001, MAIA; de SOUZA; CURY, 2003, PAES LEME et al., 2003, MARINHO et al., 2004). A aplicação desses produtos como o gel, a espuma e o verniz, visa a uma maior formação de fluoreto de cálcio (CaF_2), e, com isto, favorece a manutenção de flúor constante no meio bucal (MORENO, 1993, HICKS; GARCIA-GODOY; FLAITSZ, 2004).

Quando o produto com alta concentração de flúor e baixo pH é colocado em contato com a superfície dental, ocorre a dissolução das camadas mais superficiais do esmalte, e o cálcio dissolvido é precipitado sobre o dente na forma de CaF_2 , que é recoberto por cálcio, fosfato e proteínas da saliva, formando uma espécie de capa protetora que retarda a eliminação do composto, fazendo com que ele opere como um agente de liberação lenta de flúor (MORENO, 1993). O CaF_2 fica adsorvido sobre a superfície do dente agindo como um reservatório de flúor disponível para atuar nos momentos de queda de pH, intervindo diretamente na dinâmica do processo de des-remineralização e, desta forma, interferindo na progressão da lesão de cárie (FEATHERSTONE, 1986, ten CATE, 1990, CURY, 2001).

Dentre os compostos com alta concentração de flúor, destaca-se o flúor fosfato acidulado (FFA) em gel, devido à comprovada eficácia e ampla utilização profissional (RIPA, 1990). No entanto, alguns autores vêm demonstrando preocupação com a utilização desse produto, devido ao risco de intoxicação em virtude da elevada retenção de flúor na cavidade bucal após sua utilização, e a possibilidade de ingestão de grande quantidade durante a aplicação na criança, resultando no aumento dos níveis de flúor nos fluidos corpóreos (WHITFORD, 1987, le COMPTE, 1987, WEI; HATTAB, 1988a, SPAK et al., 1990, WEI; CHIK, 1990, BROWN; DONLY; TOM, 1994, WHITFORD et al., 1995). Questiona-se então, o risco de ingestão desse produto e seu potencial tóxico, uma vez que a ingestão de grande quantidade de flúor pode provocar irritações gástricas, náuseas e vômitos (le COMPTE, 1987, SPAK et al., 1990, CURY, 2001).

Por esta razão, houve uma preocupação na busca por meios mais seguros para a utilização do flúor, principalmente em crianças. Uma alternativa é o FFA na forma de espuma, consistência esta que pode ser mais atrativa para a população

infantil (MONTE ALTO, 2004). Além de proporcionar deposição de flúor semelhante ao gel (WEI; HATTAB, 1988a, WEI; CHIK, 1990, BROWN; DONLY; TOM, 1994, WHITFORD et al., 1995, HAYACIBARA et al., 2004), é vantajoso por necessitar de menor volume para aplicação (WEI; HATTAB, 1988a, WEI; CHIK, 1990, BROWN; DONLY; TOM, 1994), visto que há uma redução de 80% do produto requerido para cobrir os dentes (WHITFORD et al., 1995) e, ainda, uma menor quantidade de flúor fica retida na cavidade bucal após a aplicação, diminuindo, assim, o risco de ingestão e, com isto, minimizando o risco de intoxicação (WEI; CHIK, 1990, WHITFORD et al., 1995). Por estas razões, segundo Whitford (1995) e Abate et al. (2001), o FFA em espuma vem sendo considerado um método mais seguro para a utilização do flúor na Odontopediatria.

Wei e Chik (1990) compararam a retenção de flúor na cavidade bucal durante a aplicação de FFA em gel e espuma em crianças de 6 a 13 anos de idade. Aproximadamente 0,6g de FFA em espuma, ou 3-4g de FFA em gel foram utilizadas nas aplicações de 4 minutos. A quantidade de flúor retida na boca foi significativamente menor na aplicação de FFA em espuma (1,26mg de F) que na aplicação de FFA em gel (2,53mg de F).

Whitford et al. (1995) ao comparar o uso do FFA em gel com o FFA em espuma, mostraram que, em média, são utilizados 3,86g de gel e 0,89g de espuma, o que corresponderia a submeter o paciente a concentrações médias de 48,2mg e 10,7mg de flúor, respectivamente. Observaram ainda que o flúor retido na cavidade bucal após aplicação foi de 7,0mg (gel) e 1,2mg (espuma). Quanto à incorporação de flúor no esmalte, não observaram diferenças significativas entre ambos os produtos.

A eficácia do FFA em espuma vem sendo comprovada em estudos clínicos como o de Jiang et al. (2005) realizado em 24 meses, no qual observaram que a aplicação profissional bi-anual do FFA em espuma foi efetiva na redução do incremento de cárie na dentição decídua em crianças de 3 a 4 anos de idade. Em outro estudo clínico, também de 24 meses, em crianças de 6 a 7 anos de idade, comparando o efeito do FFA em espuma e gel, concluíram que a aplicação semestral de FFA em espuma pode reduzir efetivamente a incidência de cárie em primeiros molares permanentes, e que seu efeito foi similar em relação ao FFA em gel (JIANG et al., 2005).

Contudo, um fator ainda em discussão quanto à utilização do FFA é o tempo de aplicação. Vale ressaltar que um menor tempo de aplicação seria mais interessante para a Odontopediatria, visto que um maior período de aplicação implica em um maior tempo de cadeira, o que se torna, algumas vezes, uma dificuldade no atendimento do paciente infantil. Segundo Cury (2001), o tempo de 4 minutos foi estabelecido quando das primeiras aplicações tópicas de flúor, por ser o período que a solução aplicada sobre o dente demorava a secar. Embora vários estudos tenham demonstrado não haver diferenças significativas na inibição (DELBEM; CURY, 2002) ou na redução da profundidade da lesão de cárie (GARCIA-GODOY; HICKS; FLAITSZ, 1995), bem como na incorporação de flúor ao esmalte (ten CATE et al., 1988, SILVERSTONE; FEATHERSTONE; POWDERS, 1989, PEIXOTO; SILVA, 1992, HEBLING; SANTOS-PINTO; CURY, 1995, DELBEM; CURY, 1996, MENDES; SOUZA; CURY, 1996) com a aplicação do gel por 1 ou 4 minutos, ainda é uma questão controversa visto que alguns autores observaram maior incorporação de flúor após 4 minutos (WEFEL; WEI, 1979, WEI; HATTAB, 1988b, WEI; LAU; HATTAB, 1988, DELBEM; CURY, 2002), sendo este o tempo de

aplicação recomendado pela ADA (American Dental Association) (DELBEM; CURY, 2002). Delbem e Cury (2002), apesar de terem observado maior incorporação de flúor ao esmalte após 4 minutos de aplicação do gel de FFA, constataram que esse fato não foi suficiente para aumentar a resistência à desmineralização do esmalte. Em relação à espuma de FFA, Brown, Donly e Tom (1994) observaram maior incorporação de flúor após 4 minutos de aplicação.

Diante dessas considerações, idealizou-se este estudo com o objetivo de avaliar, *in vitro*, o efeito isolado do FFA em gel e espuma, aplicados por 1 e 4 minutos, sobre lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos submetido à ciclagem de pH, verificando-se, assim, sua capacidade de interferir na recuperação mineral, através da análise de microdureza em secção longitudinal do esmalte.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Aspectos éticos

Primeiros e segundos molares decíduos extraídos por motivos alheios, armazenados em solução de timol 0,1%, pH 7,0, em temperatura ambiente, foram utilizados na pesquisa com o consentimento livre e esclarecido dos pais ou responsáveis pelos pacientes (**APÊNDICE A**). Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (281/04) (**ANEXO A**).

2.2 Delineamento experimental

Este estudo experimental avaliou, *in vitro*, o efeito do flúor fosfato acidulado, gel e espuma (**figura 1**), por 1 e 4 minutos, sobre lesão de cárie artificial em 90 espécimes de esmalte de dentes decíduos, submetidos à ciclagem de pH, através do ensaio de microdureza (Knoop) em secção longitudinal do esmalte.



Figura 1. Flúor fosfato acidulado em espuma (Laclede) e em gel (SSWhite).

O modelo experimental consistiu em seis grupos (quatro experimentais e dois controles) igualmente formados por 15 espécimes de esmalte decíduo, aleatoriamente distribuídos:

- Grupo C1 (Controle não-ciclado): 15 espécimes com lesão de cárie, mantidos em ambiente úmido;

- Grupo C2 (Controle ciclado): 15 espécimes com lesão de cárie, submetidos à ciclagem de pH;

- Grupo G1 (Gel 1 minuto): 15 espécimes com lesão de cárie, submetidos à aplicação de FFA em gel por 1 minuto, seguida pela ciclagem de pH;

- Grupo G2 (Gel 4 minutos): 15 espécimes com lesão de cárie, submetidos à aplicação de FFA em gel por 4 minutos, seguida pela ciclagem de pH;

- Grupo E1 (Espuma 1 minuto): 15 espécimes com lesão de cárie, submetidos à aplicação de FFA em espuma por 1 minuto, seguida pela ciclagem de pH;

- Grupo E2 (Espuma 4 minutos): 15 espécimes com lesão de cárie, submetidos à aplicação de FFA em espuma por 4 minutos, seguida pela ciclagem de pH.

2.3 Seleção dos dentes

Os dentes foram limpos com escova robinson e água deionizada, e analisados em um estereomicroscópio (MZS 200; Dimex), selecionando-se aqueles livres de cárie, trincas e defeitos estruturais no esmalte (**figura 2**).



Figura 2. a) Limpeza dos dentes com escova robinson e água deionizada. b, c) Análise em estereomicroscópio.

2.4 Preparo dos espécimes

Os remanescentes radiculares foram removidos com o auxílio de uma lixa d'água de granulação 100 (3M) em politriz (Panambra DP-10; Struers) até a planificação do seu assoalho (**figura 3**).



Figura 3. a) Dente com remanescente radicular. b) Remoção do remanescente radicular com lixa d'água. c) Assoalho do dente planificado.

Uma vez planificados, os dentes foram cortados no sentido méso-distal, com disco diamantado (Buehler) em cortadeira elétrica (Isomet 1000; Buehler), separando-se as porções vestibular e lingual (**figura 4**).

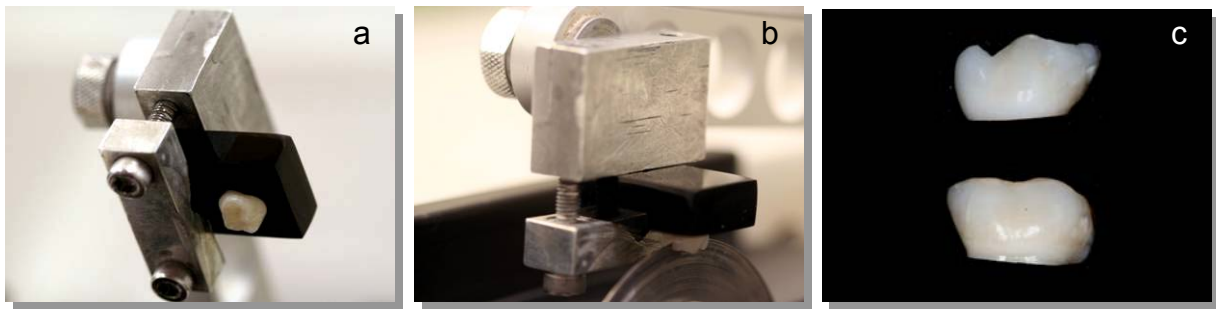


Figura 4. a) Dente colado no dispositivo para a máquina de corte. b) Corte do dente no sentido méso-distal. c) Porções vestibular e lingual.

Os blocos de esmalte foram fixados em uma fita dupla face (3M) e embutidos em resina de poliéster (Central do Fiberglass), preparada com a adição de pigmento de cor preta, para facilitar a visualização dos limites do esmalte, de acordo com as normas de preparo do fabricante. Foram utilizadas como molde, buchas de PVC com 19mm de diâmetro (Tubos e Conexões Tigre S/A) (**figura 5**). Após a polimerização química da resina, que ocorre em 24 horas à temperatura ambiente (aproximadamente 20°C), os cilindros de resina foram retirados dos moldes de PVC por pressão digital e, posteriormente armazenados em geladeira, cobertos com lenços umedecidos com água deionizada.



Figura 5. a) Posicionamento do molde (bucha) de PVC e fixação da porção de esmalte em fita dupla face. b) Embutimento com resina de poliéster com o auxílio de um copo plástico. c) Remoção do cilindro de resina do molde de PVC.

A superfície contendo os espécimes dentários foi lixada na politriz, com lixas d'água de granulação 600 e 1200 (3M), por 10s cada, a uma velocidade de 300rpm e sob constante refrigeração, utilizando-se um suporte metálico para padronizar a força exercida pelo pesquisador no momento do lixamento, a fim de se obter uma superfície plana para a realização do ensaio de microdureza, removendo-se o mínimo possível de esmalte (**figuras 6a e 6b**).

Os espécimes foram orientados em sentidos diferentes durante o lixamento: no uso da lixa 600 os espécimes foram mantidos com seu eixo vertical no mesmo sentido de rotação (anti-horário) do prato da politriz. Já no uso da lixa 1200, foram posicionados perpendicularmente ao sentido de rotação, para se obter, ao final, uma superfície lisa e sem riscos.

Após o uso da lixa 1200, os espécimes foram polidos com feltro (textura supra; Arotec) montado na politriz, com o uso de pastas de alumina (granulações 1μ , $0,3\mu$ e $0,05\mu$; Arotec), na velocidade de 600rpm (**figura 6c**).



Figura 6. a) Colocação do espécime no dispositivo metálico. b) Lixamento da superfície do esmalte com lixas 600 e 1200. c) Polimento da superfície do esmalte com feltro e pasta de alumina.

Ao final de cada lixa e entre as etapas de polimento, os blocos foram levados ao ultra-som, com água deionizada, durante 5min, e por 20min ao término do polimento, visando à remoção de resíduos da superfície dentária. Depois de

prontos, os espécimes foram armazenados em meio úmido (cobertos com lenço umedecido com água deionizada), fechado e sob refrigeração.

2.5 Determinação da microdureza superficial inicial

Com a finalidade de selecionar os 90 espécimes que fariam parte da amostra, a microdureza foi verificada, selecionando-se aqueles com valor entre 272 e 440KHN (Knoop Hardness Number), normal para o esmalte dentário permanente (MEREDITH et al., 1996), e que, segundo Patussi et al. (2005), não difere significativamente da microdureza do esmalte decíduo. Todas as etapas deste experimento foram realizadas por um único examinador, bem como as análises de microdureza foram realizadas com o mesmo aparelho e com as mesmas configurações.

Inicialmente cada espécime foi prensado com massa de modelar (Acrilex) em base de metal (**figuras 7a e 7b**), com a finalidade de deixar a superfície a ser examinada totalmente paralela à base do microdurômetro (HMV Micro Hardness Tester; Shimadzu) (**figura 7c**).

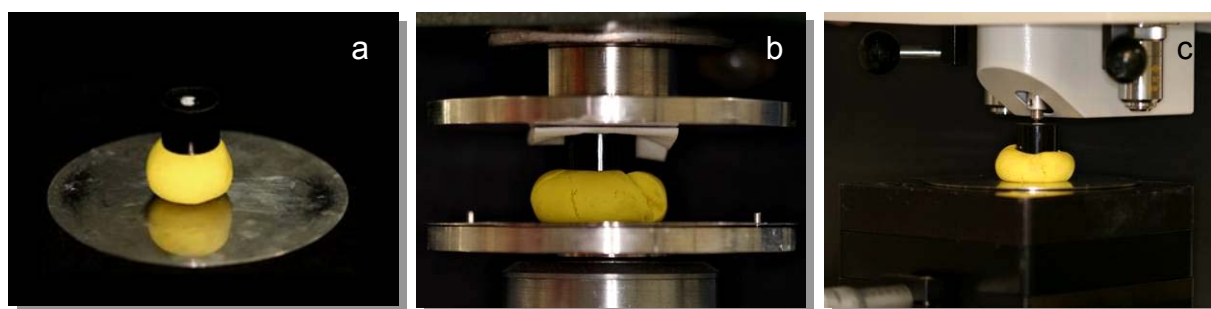


Figura 7. a) Espécime posicionado sobre massa de modelar e base metálica. b) Espécime posicionado na prensa. c) Espécime posicionado para a leitura no microdurômetro.

A posição da indentação inicial foi padronizada entre 0,5 e 2,5mm abaixo do sulco principal (**figuras 8b e 8c**). Foram realizadas três indentações, com a ponta indentadora Knoop (**figura 8a**), com carga de 50g, por 5s, espaçadas entre si por uma distância de 100 μ m (**figura 8c**).

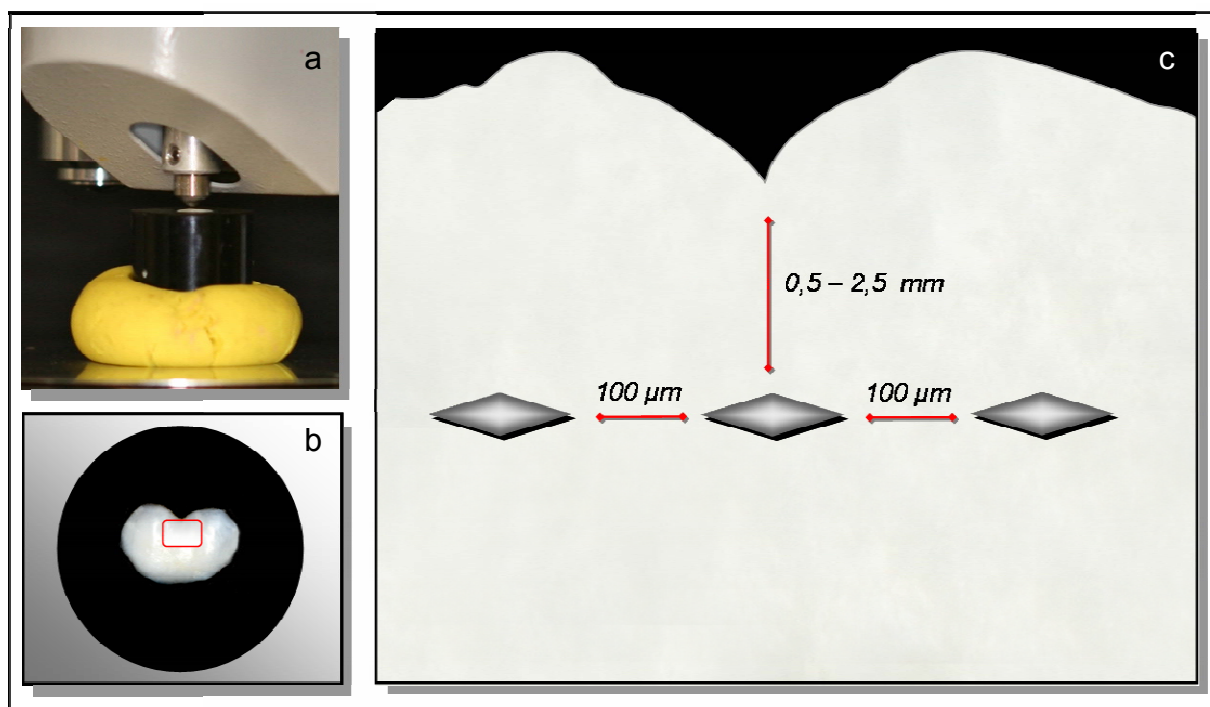


Figura 8. a) Microdurômetro montado com ponta Knoop. b) Desenho esquemático do bloco de esmalte: limitação da área onde foram realizadas as indentações. c) Desenho esquemático em maior aumento.

A leitura das indentações e o cálculo da microdureza superficial foram realizados através do software Newage Testing Instruments C.A.M.S. Testing System, instalado em um computador ligado ao microdurômetro através de um sistema ótico de transferência digital de imagem (Genwac High Resolution), com a imagem magnificada em 400X.

Os valores médios de microdureza superficial dos espécimes selecionados variaram entre 272 e 331KHN, sendo que a média foi de 290,8KHN (**APÊNDICE B**).

Os 90 espécimes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos com 15 espécimes cada, não havendo diferença estatística entre os mesmos ($p=0,3673$).

2.6 Formação da lesão de cárie artificial

Os espécimes foram imersos individualmente em 14mL de solução de ácido láctico (**figura 9**) com formulação similar à descrita por White (1987a), com pH ajustado em 5,0, modificada pela utilização de Carbopol 980 (0,2%). O ácido láctico foi utilizado na formulação, por ser este o tipo de ácido produzido em maior quantidade pela placa bacteriana no início do desenvolvimento da lesão de cárie (90%) (NEWBRUN, 1989). Já o Carbopol, um polímero do ácido acrílico, foi utilizado para mimetizar a ação da película adquirida no processo carioso *in vivo*, por possuir ação espessante, dando à solução um aspecto de gel. O Carbopol foi utilizado para induzir este mesmo tipo de lesão no esmalte dental humano permanente (WHITE, 1987a,b; HAZELRIGG et al., 2003), como também em bovino (MAIA et al., 2003). A solução indutora de cárie foi feita em farmácia de manipulação (Flor de Anis – Florianópolis/SC – Brasil), e sua formulação encontra-se no **APÊNDICE C**. Os espécimes foram mantidos em estufa biológica por 12h, a 37°C para ocorrer a desmineralização superficial, mimetizando a lesão de cárie inicial. O período de exposição foi determinado em estudo piloto pela análise de microdureza superficial do esmalte decíduo, que mostrou perda de 57,4% de mineral nas primeiras 12h, sendo que nos períodos testados subsequente (18, 24, 36 e 60h) não se observou diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) (**APÊNDICE D**).



Figura 9. a) Solução desmineralizadora para formação da lesão de cárie artificial. b) Imersão do espécime. c) Espécime submerso em solução desmineralizadora.

2.7 Determinação da microdureza superficial após formação de lesão de cárie artificial

Após a exposição à solução indutora de cárie, três novas indentações foram realizadas 100μm abaixo das anteriores e o intervalo entre as indentações também manteve o espaçamento de 100μm (**figura 10**). A partir da média das 3 indentações calculou-se o percentual de perda de dureza superficial (%PDS), utilizando-se a fórmula:

$$\%PDS = \frac{\text{Microdureza Inicial} - \text{Microdureza após Lesão}}{\text{Microdureza Inicial}} \times 100$$

O valor médio de microdureza superficial após a formação da lesão foi de 173,1KHN (**APÊNDICE B**). O percentual de perda de dureza superficial em relação à microdureza inicial foi de 40,5%.

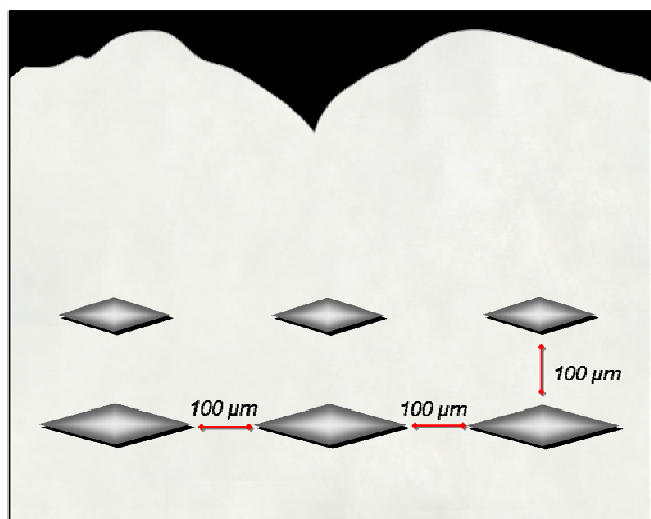


Figura 10. Desenho esquemático das indentações após a formação da lesão de cárie artificial.

2.8 Aplicação de flúor fosfato acidulado (FFA)

Os espécimes dos grupos G1 e G2 foram submetidos à aplicação tópica de FFA 1,23% na forma de gel, pH 3,6 - 3,9 (Flutop – SSWhite® Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro – Brasil), por 1 e 4 minutos, respectivamente (sendo 1 minuto, o tempo indicado pelo fabricante). Nos espécimes dos grupos E1 e E2 foi aplicado FFA 1,23% em espuma, pH 3,5 (Topical Fluoride Foam®, Laclede, Inc. USA) também por 1 e 4 minutos, respectivamente (sendo 4 minutos, o tempo indicado pelo fabricante). O tratamento foi realizado utilizando-se pote dappen e aplicadores descartáveis (KG Sorensen), como ilustra a **figura 11**. Em seguida, os espécimes foram lavados com água deionizada por 10s e secos com papel absorvente.

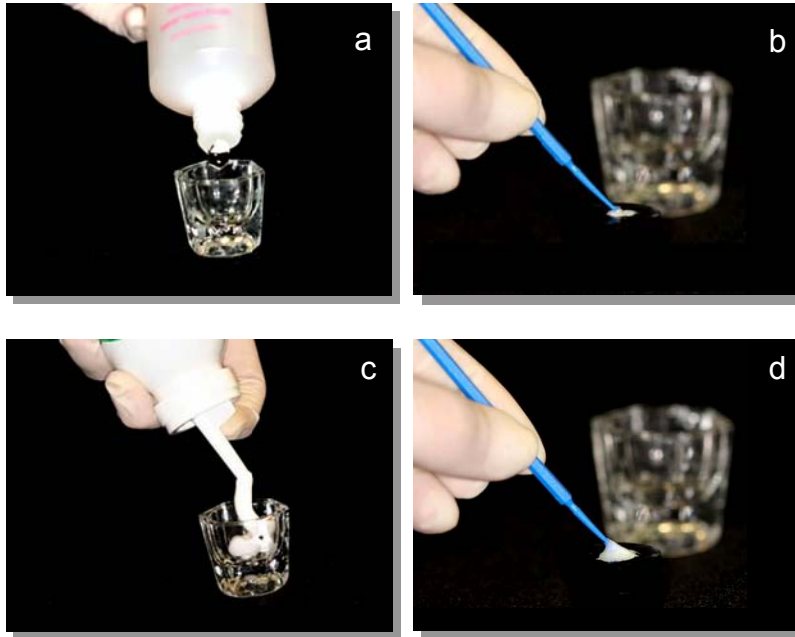


Figura 11. a, b) Aplicação do FFA em gel. c, d) Aplicação do FFA em espuma.

2.9 Ciclagem de pH

Os espécimes de esmalte dos grupos C2, G1, G2, E1 e E2 foram submetidos ao regime de ciclagem de pH, enquanto que os espécimes do grupo C1 foram mantidos em ambiente úmido para análise subsequente. A ciclagem de pH foi realizada utilizando o modelo proposto por White (1987a), a fim de avaliar a ativação da remineralização do esmalte. O regime de ciclagem foi iniciado com a imersão das amostras em saliva artificial (14mL por espécime) que foi utilizada como solução remineralizadora (RE) (FEATHERSTONE, 1986), a qual foi trocada duas vezes ao dia (às 8h – RE diurna e às 21h – Re noturna), para evitar alteração do pH. Ainda, 0,05ppm F por litro foi adicionado a esta solução para evitar erosão superficial do esmalte (ARGENTA; TABCHOURY; CURY, 2003). Os espécimes foram imersos por 2h (das 19h às 21h) em solução desmineralizadora (DES) para simular o desafio cariogênico, sendo esta trocada no sexto dia de ciclagem (14mL por espécime, com a mesma composição da solução utilizada para formação de lesão de cárie

artificial). A cada troca, os espécimes foram lavados com água deionizada por 10s. As soluções foram manipuladas em farmácia de manipulação (Flor de Anis – Florianópolis/SC – Brasil) e suas respectivas formulações encontram-se no **APÊNDICE C**.

Os ciclos contínuos de DES/RE tiveram duração de 12 dias, iniciando-se às 8:00 do primeiro dia com a solução RE, alternando momentos de remineralização (aproximadamente 22h) e de desmineralização (2h), sendo que durante todo o processo, os espécimes permaneceram em estufa ajustada a 37°C (**figura 12**), exceto nos intervalos de troca das soluções. Terminada a ciclagem de pH, os espécimes foram lavados com água deionizada por 10s, secos com papel absorvente e armazenados em meio úmido, fechado e sob refrigeração.



Figura 12. a) Espécimes em pote plástico com a solução RE. b) Potes dos grupos C2, G1, G2, E1 e E2 com solução RE na estufa a 37°C. c) Potes dos grupos C2, G1, G2, E1 e E2 com a solução DES na estufa a 37°C.

2.10 Preparo dos espécimes para determinação da microdureza em secção longitudinal

Após o término da ciclagem de pH, a base de resina de poliéster foi desgastada com lixa d'água, granulação 100, em politriz (**figura 13a**). Os espécimes foram seccionados ao centro, utilizando-se a cortadeira elétrica e disco diamantado (**figuras 13b e 13c**).

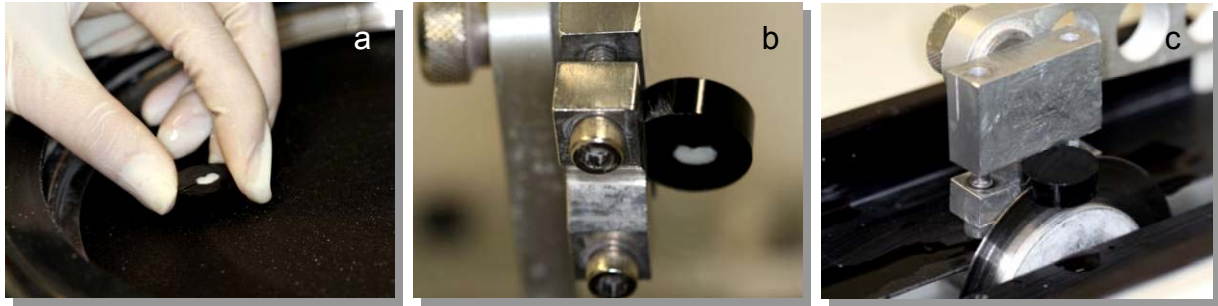


Figura 13. a) Desgaste da base de resina com lixa d'água. b) Espécime colocado no dispositivo para a máquina de corte. c) Corte do dente ao centro.

Metade de cada espécime foi selecionada aleatoriamente, sendo então realizado o lixamento com lixa d'água de granulação 1200 em politriz na velocidade de 300 rpm (**figuras 14a e 14b**). Após o uso da lixa, os espécimes foram polidos com feltro montado na politriz, com o uso de pastas abrasivas de alumina (granulações 1μ , $0,3\mu$ e $0,05\mu$) na velocidade de 600 rpm (**figura 14c**). Após a lixa e entre as etapas de polimento, os blocos foram levados ao ultra-som, com água deionizada, durante 5 minutos, e por 20 minutos ao término do polimento, visando à remoção de resíduos da superfície dentária. Depois de prontos, os espécimes foram armazenados em meio úmido, fechado e sob refrigeração.

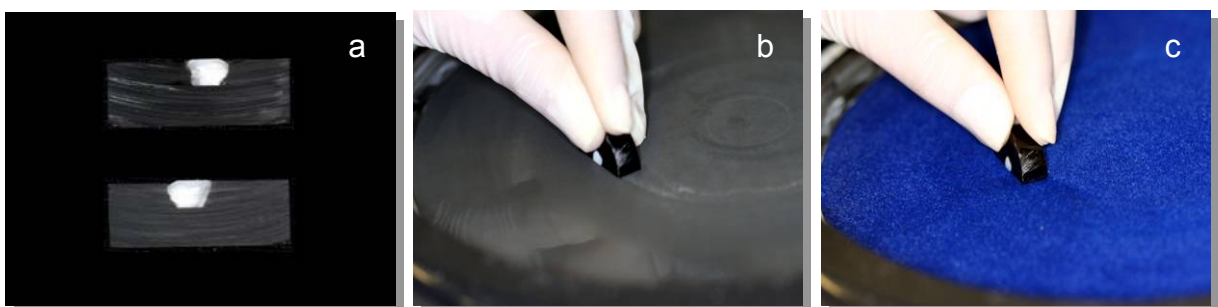


Figura 14. a) Secções longitudinais de esmalte. b) Lixamento da secção longitudinal do esmalte com lixa d'água 1200. c) Polimento da secção longitudinal do esmalte com feltro e pasta de alumina.

2.11 Determinação da microdureza em secção longitudinal do esmalte

Cada espécime foi prensado com massa de modelar em base de metal (figuras 15a e 15b), com a finalidade de deixar a superfície a ser examinada totalmente paralela à base do microdurômetro (figura 15c).

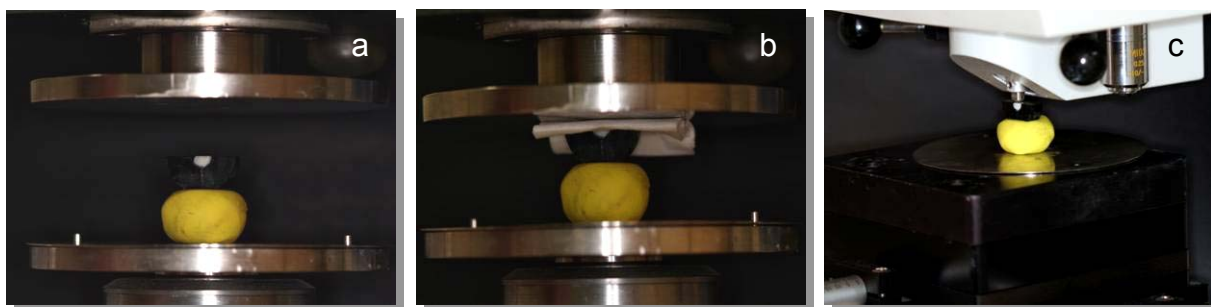


Figura 15. a) Espécime seccionado posicionado sobre massa de modelar e base metálica. b) Espécime seccionado posicionado na prensa. c) Espécime seccionado pronto para a leitura no microdurômetro.

Os espécimes foram posicionados na base do microdurômetro de modo que a diagonal maior da indentação ficasse paralela à superfície externa do esmalte. Foram realizadas 27 indentações com carga de 25g por 5s, dispostas em três colunas, distanciadas entre si em 100 μ m. As indentações foram realizadas a partir de 20 μ m da superfície externa do esmalte até a profundidade de 180 μ m, com intervalos de 20 μ m entre si (figura 16).

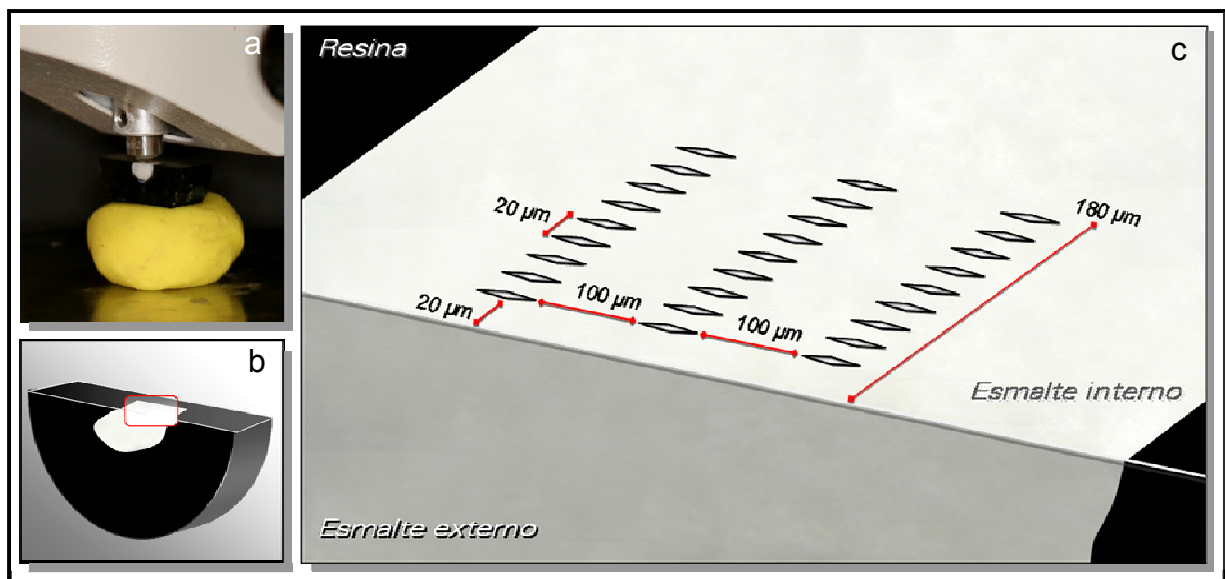


Figura 16. a) Microdurômetro com ponta Knoop posicionado sobre a secção longitudinal do esmalte. b) Desenho esquemático do bloco de esmalte: área onde foram realizadas as indentações. c) Desenho esquemático em maior aumento.

2.12 Cálculo da recuperação mineral do esmalte (ΔZ_R)

Para calcular a recuperação mineral, as médias dos três valores de microdureza Knoop observados em cada profundidade (**APÊNDICE E**) foram convertidos em percentual de volume mineral (%Vol) pela seguinte fórmula (FEATHERSTONE et al., 1983):

$$\%Vol = 4,3 \times \sqrt{(KHN)} + 11,3$$

onde KHN é o valor médio de microdureza Knoop em cada uma das profundidades avaliadas. A microdureza em secção longitudinal do esmalte foi determinada para avaliar a remineralização, pois segundo Featherstone et al. (1983) existe uma boa relação (0,91) entre a microdureza do esmalte e o %Vol em lesões de cárie obtido através de microrradiografia.

A área abaixo da curva (%Vol x μm) foi calculada determinando-se o perfil mineral. O cálculo do perfil mineral do esmalte considerado hígido foi obtido pela

projeção do %Vol médio encontrado nas profundidades de 100 a 180 μ m (TAGLIAFERRO, 2004), de todos os espécimes, sendo que o valor obtido foi de 80,1%. A diferença entre o perfil mineral do esmalte considerado hígido e do perfil mineral dos demais grupos resultou no Delta Z (ΔZ), considerado a área de perda mineral quando se estuda a desmineralização. Neste estudo, indicou a área de recuperação mineral (ΔZ_R), que foi utilizada para comparar os tratamentos (MONTE ALTO, 2004).

2.13 Análise estatística

Os valores de ΔZ_R apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias, e foram submetidos à ANOVA (2x2), considerando as variáveis tratamento e tempo. Para as comparações múltiplas das médias, foi escolhido o teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Adicionalmente, os valores de ΔZ_R dos grupos experimentais foram comparados com os grupos controles, através do teste Dunnet ($p < 0,05$), para verificar se os tratamentos foram capazes de alterar o ΔZ_R em relação ao grupo apenas cariado (C1), bem como verificar se os tratamentos foram capazes de alterar o ΔZ_R em relação ao grupo cariado que foi submetido à ciclagem de pH (C2).

Posteriormente, foi realizada a comparação entre os grupos de acordo com o %Vol em cada uma das profundidades. Os dados das profundidades 20, 40, 60, 100, 120 e 140 μ m apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias e, dessa forma, foram submetidos à ANOVA de uma via ($p < 0,05$). Entretanto, os dados das profundidades 80, 160 e 180 μ m foram comparados através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

3 ARTIGO

3.1 Versão em português

Efeito do flúor fosfato acidulado – gel e espuma – sobre lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos: estudo *in vitro*

Faust K; Almeida ICS

Programa de Pós-Graduação em Odontologia,
Universidade Federal de Santa Catarina,
Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Palavras-chave: esmalte dentário, dente decíduo, cárie dentária, fluorfosfato acidulado, dureza.

Autora para correspondência: Karin Faust

Rua Desembargador Arno Hoeschl, 159, ap. 204 – Centro

Florianópolis – SC – Brasil

CEP: 88015-620

Fone: +55 (0) 48 99191993

e-mail: karinfaust@hotmail.com

Artigo formatado segundo normas da revista ***Journal of Dentistry for Children***.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, o efeito do FFA, gel e espuma, por 1 e 4 minutos, sobre lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos, submetido à ciclagem de pH. Os espécimes com valores médios de microdureza superficial inicial do esmalte entre 272 e 331KHN foram selecionados para a formação da lesão de cárie artificial. Posteriormente, foram divididos aleatoriamente em 6 grupos (n=15): Controle não-ciclado, Controle ciclado, Gel 1min, Gel 4min, Espuma 1min e Espuma 4min. O grupo Controle não-ciclado foi mantido em ambiente úmido, enquanto foram realizadas a aplicação de FFA e a ciclagem de pH. Após, os espécimes foram seccionados ao centro para o teste de microdureza em secção longitudinal do esmalte. Os valores de microdureza das profundidades de 20 a 180 μ m foram convertidos em percentual de volume mineral (%Vol) e a área de recuperação mineral (ΔZ_R) foi calculada. A análise dos valores de ΔZ_R demonstraram que os grupos Gel 1min e Espuma 4min apresentaram melhor desempenho apesar de não haver diferenças estatisticamente significativas ($p>0,05$). A avaliação do %Vol indicou diferença significativa somente na profundidade 60 μ m ($p=0,005$). De acordo com os dados observados, uma única aplicação de FFA, em gel ou espuma, por 1 ou 4 minutos, não foi suficiente para a remineralização de lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos.

Introdução

A ação do flúor na prevenção e terapêutica do processo de desenvolvimento da lesão de cárie dental tem sido comprovada como resultado da utilização de produtos fluoretados nas suas diversas formas de apresentação, diferentes concentrações e frequência de aplicação, garantindo sua presença constante na cavidade bucal.¹⁻⁵

Muitos pesquisadores consideram o uso do flúor em baixa concentração e em alta frequência, através dos dentifrícios e água de abastecimento, como a principal razão para o declínio mundial da doença cárie.^{2,6} Por outro lado, a prevalência dessa doença ainda é considerada alta em alguns indivíduos ou grupos.² Nestes casos, devem ser considerados fatores individuais, como o risco ou atividade de cárie, estando indicada a aplicação tópica de produtos fluoretados com alta concentração como o gel, a espuma e o verniz,^{5,7-10} a qual promove um aumento na formação de fluoreto de cálcio, composto que atua como um reservatório de flúor disponível para atuar diretamente na dinâmica do processo de des-remineralização, interferindo na progressão da lesão de cárie.^{2,11,12}

Entretanto, existe a preocupação com o emprego do flúor fosfato acidulado (FFA) em gel, devido ao risco de intoxicação em virtude da elevada retenção de flúor na cavidade bucal após sua utilização, e ingestão de grande quantidade durante sua aplicação, fato que pode provocar irritações gástricas, náuseas e vômitos.¹³⁻¹⁹

Por esta razão, houve uma busca por meios mais seguros para a utilização do flúor, principalmente em crianças, e o FFA em espuma é considerado uma alternativa, sendo que esta consistência pode ser mais atrativa para a população

infantil.²⁰ Além de proporcionar incorporação de flúor semelhante ao gel,^{15,18-21} é vantajoso por necessitar de menor volume para aplicação,^{15,17,18} visto que há uma redução de 80% do produto requerido para cobrir os dentes,¹⁹ e, ainda, uma menor quantidade de flúor fica retida na cavidade bucal após a aplicação, diminuindo o risco de ingestão e, com isto, minimizando o risco de intoxicação.^{17,19}

A eficácia do FFA em espuma vem sendo comprovada em vários estudos clínicos.^{22, 23} Contudo, um fator ainda em discussão quanto à utilização do FFA é o tempo de aplicação, pois apesar de vários estudos terem demonstrado não haver diferenças significativas na inibição²⁴ ou na redução da profundidade da lesão de cárie,²⁵ bem como na incorporação de flúor ao esmalte²⁶⁻³¹ com a aplicação do gel por 1 ou 4 minutos, alguns autores observaram maior incorporação de flúor após 4 minutos,^{24,32-34} sendo este, o tempo de aplicação recomendado pela ADA (American Dental Association).²⁴ Em relação à espuma, Brown et al.¹⁸ também observaram maior incorporação de flúor após 4 minutos de aplicação.

Diante dessas considerações, idealizou-se este estudo com o objetivo de avaliar, *in vitro*, o efeito isolado do FFA em gel e espuma, aplicados por 1 e 4 minutos, sobre lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos submetido à ciclagem de pH, verificando-se, assim, sua capacidade de interferir na recuperação mineral, através da análise de microdureza em secção longitudinal do esmalte.

Materiais e métodos

As etapas experimentais deste estudo estão esquematicamente representadas na Figura 1.

Preparo dos espécimes

Foram utilizados primeiros e segundos molares decíduos hígidos, armazenados em solução de timol 0,1%, pH 7,0, em temperatura ambiente. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (281/04). Os dentes foram cortados no sentido méso-distal, utilizando-se cortadeira elétrica (Isomet 1000; Buehler) e disco diamantado (Buehler).

As superfícies vestibular e lingual foram fixadas em uma fita dupla-face (3M) e embutidas em resina de poliéster, utilizando-se como molde, buchas de PVC. A superfície contendo os espécimes foi lixada na politriz (Panambra DP-10; Struers), com lixas d'água de granulação 600 e 1200 (3M), por 10s cada, na velocidade de 300rpm e sob constante refrigeração. Foi utilizado um suporte metálico para padronizar a força exercida pelo pesquisador no momento do lixamento, a fim de se obter uma superfície plana para a realização do ensaio de microdureza, removendo-se o mínimo possível de esmalte. Na seqüência, os espécimes foram polidos na politriz com feltro (textura supra; Arotec) e pastas de alumina (granulações 1 μ , 0,3 μ e 0,05 μ ; Arotec), na velocidade de 600rpm. A cada troca de lixa e entre as pastas de polimento, os espécimes foram lavados em aparelho de ultra-som (Ultrasonic Cleaner 1440D; Odontobrás) com água deionizada, durante 5min, para a remoção de resíduos da superfície. Após o uso da última pasta de polimento, os espécimes foram lavados em ultra-som por 20min e armazenados em meio úmido (cobertos com lenço umedecido com água deionizada), fechado e sob refrigeração.

Determinação da microdureza superficial inicial

A microdureza superficial inicial foi verificada com a ponta indentadora Knoop, utilizando-se um microdurômetro (HNV Micro Hardness Tester; Shimadzu), para selecionar os espécimes com valor entre 272 e 440KHN (Knoop Hardness Number), normal para o esmalte dentário permanente,³⁵ e que, segundo Patussi et al.,³⁶ não difere significativamente da microdureza do esmalte decíduo. Foram realizadas 3 indentações, com carga de 50g, por 5s, espaçadas entre si em 100µm. Os valores médios de microdureza superficial dos espécimes selecionados variaram entre 272 e 331KHN, sendo que a média foi de 290,8KHN. Os 90 espécimes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos com 15 espécimes cada (quatro experimentais e dois controles), não havendo diferença estatística entre os mesmos ($p=0,3673$).

Formação da lesão de cárie artificial

Os espécimes foram imersos individualmente em 14mL de solução de ácido láctico com formulação similar à descrita por White,³⁷ pH 5,0, modificada pela utilização de Carbopol 980 (0,2%). O ácido láctico foi utilizado, por ser este o ácido produzido em maior quantidade pela placa bacteriana no início do desenvolvimento da lesão de cárie (90%).³⁸ Já o Carbopol, um polímero do ácido acrílico, foi utilizado para mimetizar a ação da película adquirida no processo carioso *in vivo*, por possuir ação espessante, dando à solução um aspecto de gel.^{9,37,39,40} Os espécimes foram mantidos em estufa biológica a 37°C, por 12h, sendo que o tempo de exposição foi determinado em estudo piloto. Após a exposição à solução indutora de cárie, 3 novas indentações foram realizadas, 100µm abaixo das anteriores, com o mesmo aparelho, mesmas configurações, e pelo mesmo examinador. O valor médio de

microdureza superficial após a formação da lesão foi de 173,1KHN. O percentual de perda de dureza superficial (% PDS) em relação à microdureza inicial foi de 40,5%.

Aplicação de flúor fosfato acidulado (FFA)

Os espécimes dos grupos G1 e G2 foram submetidos à aplicação tópica de FFA 1,23% na forma de gel, pH 3,6 - 3,9 (Flutop – SSWhite® Artigos Dentários Ltda., Rio de Janeiro – Brasil), por 1 e 4 minutos, respectivamente (sendo 1 minuto, o tempo indicado pelo fabricante). Nos espécimes dos grupos E1 e E2 foi aplicado FFA 1,23% em espuma, pH 3,5 (Topical Fluoride Foam®, Laclede, Inc. USA) por 1 e 4 minutos, respectivamente (sendo 4 minutos, o tempo indicado pelo fabricante). O tratamento foi realizado utilizando-se aplicadores descartáveis (KG Sorensen) e, em seguida, os espécimes foram lavados com água deionizada por 10s e secos com papel absorvente.

Ciclagem de pH

Os espécimes dos grupos C2, G1, G2, E1 e E2 foram submetidos ao regime de ciclagem de pH, enquanto os espécimes do grupo C1 foram mantidos em ambiente úmido para análise subsequente. A fim de avaliar a ativação da remineralização do esmalte foi realizada a ciclagem de pH utilizando-se o modelo proposto por White.³⁷ Inicialmente, as amostras foram imersas em saliva artificial (14mL por espécime) que foi utilizada como solução remineralizadora (RE),¹² a qual foi trocada duas vezes ao dia para evitar alteração do pH. Ainda, 0,05ppm F por litro

foi adicionado a esta solução para evitar erosão superficial do esmalte.⁴¹ Os espécimes foram imersos em solução desmineralizadora (DES) para simular o desafio cariogênico, sendo esta, trocada no sexto dia de ciclagem (14mL por espécime, com a mesma composição da solução utilizada para formação de lesão de cárie artificial). Diariamente, os espécimes permaneceram em estufa a 37°C, por 2h em solução DES e por aproximadamente 22h em RE, sendo que a cada troca, foram lavados com água deionizada por 10s. Os ciclos contínuos de DES/RE tiveram duração de 12 dias e, ao fim da ciclagem de pH, os espécimes foram lavados com água deionizada por 10s, secos com papel absorvente e armazenados em meio úmido, fechado e sob refrigeração.

Preparo dos espécimes para determinação da microdureza em secção longitudinal

Após a ciclagem de pH, os espécimes foram seccionados ao centro, utilizando-se a cortadeira elétrica e disco diamantado, sendo então realizado o lixamento em politriz, com lixa d'água de granulação 1200, na velocidade de 300rpm. Em seguida, os espécimes foram lavados com água deionizada em aparelho de ultra-som por 5min, e polidos da mesma forma anteriormente descrita. Após, foram armazenados em meio úmido, fechado e sob refrigeração.

Determinação da microdureza em secção longitudinal do esmalte

Os espécimes foram posicionados na base do microdurômetro de modo que a diagonal maior da indentação ficasse paralela à superfície externa do esmalte. Foram realizadas 27 indentações com carga de 25g por 5s, dispostas em três

colunas, distanciadas entre si em 100 μ m. As indentações foram realizadas a partir de 20 μ m da superfície externa do esmalte até a profundidade de 180 μ m, com intervalos de 20 μ m entre si. Posteriormente, as médias dos 3 valores de microdureza Knoop, obtidos em cada profundidade, foram convertidos em percentual de volume mineral (%Vol).⁴²

A microdureza em secção longitudinal do esmalte foi determinada para avaliar a recuperação mineral, pois segundo Featherstone et al.⁴² existe uma boa relação (0,91) entre a microdureza do esmalte e o %Vol em lesões de cárie obtido através de microrradiografia. A área abaixo da curva (%Vol x μ m) foi calculada determinando-se o perfil mineral. O cálculo do perfil mineral do esmalte considerado hígido foi obtido pela projeção do %Vol médio encontrado nas profundidades de 100 a 180 μ m,⁴³ de todos os espécimes de todos os grupos, sendo que o valor obtido foi de 80,1% de volume mineral. A diferença entre o perfil mineral hígido e o perfil mineral dos demais grupos resultou no Delta Z (ΔZ), considerado a área de perda mineral quando se estuda a desmineralização. Neste estudo, indicou a área de recuperação mineral (ΔZ_R), que foi utilizada para comparar os tratamentos.²⁰

Análise estatística

Os valores de ΔZ_R apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias, e foram submetidos à ANOVA (2x2), considerando as variáveis tratamento e tempo. Para as comparações múltiplas das médias, foi escolhido o teste de Tukey, ao nível de significância de 5%.

Adicionalmente, os valores de ΔZ_R dos grupos experimentais foram comparados com os grupos controles, através do teste Dunnet ($p < 0,05$), para

verificar se os tratamentos foram capazes de alterar o ΔZ_R em relação ao grupo apenas cariado (C1), bem como verificar se os tratamentos foram capazes de alterar o ΔZ_R em relação ao grupo cariado que foi submetido à ciclagem de pH (C2).

Posteriormente, foi realizada a comparação entre os grupos de acordo com a média de %Vol em cada uma das profundidades. Os dados das profundidades 20, 40, 60, 100, 120 e 140 μ m apresentaram distribuição normal e homogeneidade de variâncias e, dessa forma, foram submetidos à ANOVA de uma via ($p < 0,05$). Entretanto, os dados das profundidades 80, 160 e 180 μ m foram comparados através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$).

Resultados

Os resultados da análise da microdureza do esmalte seccionado longitudinalmente, através da avaliação do ΔZ_R dos grupos experimentais (Tabela 1 e Figura 2), demonstraram que os grupos G1 e E2 apresentaram melhor desempenho apesar de não haver diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, nem entre os tempos, nem na interação das variáveis (Figura 3).

Os resultados da comparação de ΔZ_R dos grupos experimentais com os grupos controles indicaram não haver diferenças estatisticamente significativas (Tabela 1 e Figura 2).

A avaliação do %Vol em cada profundidade identificou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,005$) somente na profundidade 60 μ m entre E1 e E2 (Tabela 2 e Figura 4).

Discussão

A utilização de produtos com alta concentração de flúor está indicada no tratamento de indivíduos com alto risco ou atividade da doença cárie.^{5,7-10} O FFA em gel e espuma vem sendo utilizado, principalmente na Odontopediatria, porém ainda existem algumas questões a serem discutidas como o tempo de aplicação e forma de apresentação destes produtos, e sua capacidade de interferir na remineralização de lesão de cárie inicial em esmalte de dentes decíduos.

Nesta pesquisa foi realizado o ensaio de microdureza em secção longitudinal do esmalte para avaliar a recuperação mineral, visto que estudos prévios demonstraram que este teste pode ser utilizado para análise do perfil mineral tanto em esmalte quanto em dentina, com lesão de cárie ou remineralizado.^{37,42} Esta análise permite a avaliação quantitativa e a comparação entre diferentes grupos de tratamento na progressão ou reversão do processo de cárie.⁴²

Os resultados obtidos através da análise do ΔZ_R entre os grupos experimentais (Tabela 1 e Figura 2), indicaram uma tendência de melhores resultados quando da aplicação do gel por 1 minuto e da espuma por 4 minutos, sendo estes os períodos de aplicação indicados pelos fabricantes dos produtos. Entretanto estes resultados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos – gel e espuma, nem entre os tempos – 1 e 4 minutos, tampouco na interação das variáveis (Figura 3). Todavia, de acordo com os resultados de %Vol (Tabela 2 e Figura 4), observa-se que houve diferença estatisticamente significativa na profundidade de 60 μ m, entre os grupos E1 e E2, demonstrando um melhor resultado quando a espuma foi aplicada por 4 minutos. Brown et al.¹⁸ observaram, em estudo *in vitro*, maior incorporação de flúor em

esmalte hígido após 4 minutos de aplicação da espuma de FFA comparado ao tempo de 1 minuto. Outros estudos também verificaram incorporação de flúor ao esmalte com a aplicação de FFA em gel^{10,15,19-21,24,26-34,44} e em espuma^{15,18-21}. Estes resultados podem sugerir que o efeito do FFA não ocorra imediatamente após a aplicação, porém a incorporação de flúor no esmalte pode ocorrer e, talvez, seguindo continuidade ao processo de recuperação mineral.

As profundidades mais próximas à superfície do esmalte apresentaram valores de %Vol mais baixos, característica que confirma o desafio cariogênico ao qual os espécimes foram submetidos. Contudo, a análise dos valores de ΔZ_R dos grupos tratados em relação aos grupos controles também demonstraram não haver diferenças estatisticamente significativas. Sendo assim, os resultados indicam que o Grupo C1 apresentou o mesmo comportamento dos grupos experimentais e do grupo controle que foi submetido à ciclagem. Observou-se, então, que uma única aplicação de FFA, tanto em gel quanto em espuma, por 1 ou 4 minutos, não promoveu recuperação da perda mineral. Este resultado sugere, que o mecanismo de ação do FFA pode estar principalmente relacionado à redução da desmineralização do esmalte,^{24,25,45} e não à remineralização de lesões iniciais de cárie.²⁰

Alguns estudos, por outro lado, observaram remineralização de lesões de cárie com a aplicação de produtos fluoretados com alta concentração, como o de Tagliaferro,⁴³ que observou, em estudo *in vitro*, que os tratamentos isolados ou combinados com FFA em gel e laser de CO₂ foram efetivos na inibição da progressão de cárie em esmalte de dentes decíduos. Em estudo *in situ*, Buchalla et al.⁴⁶ observaram aumento da remineralização do esmalte bovino previamente

desmineralizado, depois de uma única aplicação de solução com alta concentração de flúor.

Contudo, apesar destes estudos terem encontrado resultados diferentes da presente pesquisa, os dados observados estão de acordo com os resultados de outras^{10,20,44} que avaliaram a capacidade de remineralização da aplicação do FFA em gel e espuma. Paes Leme et al.,¹⁰ em estudo *in vitro*, não observaram reparo das lesões de cárie em esmalte bovino nos grupos tratados com uma única aplicação de FFA gel combinado ao uso de dentifrício placebo ou fluoretado, quando comparado ao tratamento diário com dentifrício fluoretado. Em avaliação *in situ* de lesões de cárie em esmalte bovino, Jardim⁴⁴ verificou aumento nos valores de microdureza superficial e conteúdo de flúor somente nos blocos que receberam 3 ou 4 aplicações de FFA, e observou que os valores de microdureza em secção longitudinal não mostraram diferenças entre os grupos. Monte Alto,²⁰ em estudo *in vitro*, concluiu que embora os produtos fluoretados (gel, espuma, verniz e verniz centrifugado) tenham sido eficazes para formar e reter flúor no esmalte permanente cariado, estes não ativaram a remineralização da lesão.

Sendo assim, os resultados deste estudo e da literatura consultada demonstraram que uma única aplicação de FFA não foi suficiente para a remineralização de lesão de cárie artificial, no entanto, parece ter promovido maior incorporação de flúor ao esmalte,^{10,15,18-21,24,26-34,44} tornando-o disponível para participar da redução da desmineralização e,^{24,25,45} talvez, para seguir dando continuidade ao processo de remineralização. É importante afirmar que são necessárias novas pesquisas, com modelos apropriados para melhor compreensão do efeito do flúor em alta concentração na recuperação mineral do esmalte cariado de dentes decíduos, uma vez que estes têm suas particularidades, como uma

menor espessura do esmalte e maior convexidade da coroa, características que podem torná-los mais sensíveis às técnicas de preparo, bem como à exposição aos produtos com baixo pH.

Conclusão

- As aplicações do FFA em gel por 1 minuto, e em espuma por 4 minutos demonstraram melhor desempenho, apesar dos resultados não apresentarem diferenças estatisticamente significativas;

- De acordo com os dados observados, uma única aplicação de FFA, tanto em gel quanto em espuma, por 1 ou 4 minutos, não foi suficiente para promover a remineralização de lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos.

Referências

1. van Rijkom HM, Truin GJ, van't Hof, MA. A meta-analysis of clinical studies on the caries-inhibiting effect of fluoride gel treatment. *Caries Res.* 1998; 32:83-92.
2. Cury JA. Uso do flúor e controle da cárie como doença. In: Baratieri LN et al. *Odontologia Restauradora – fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Editora Santos; 2001:33-68.
3. Marinho VCC, Higgins JPT, Logan S, Sheiham A. Systematic review of controlled trials on the effectiveness of fluoride gels for the prevention on dental caries in children. *J Dent Educ.* 2003; 67:448-458.
4. Marinho VCC, Higgins JPT, Logan S, Sheiham A. Topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels or varnishes) for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003; 4:CD002782.
5. Marinho VCC, Higgins JPT, Sheiham A, Logan S. Combinations of topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels, varnishes) *versus* single topical fluoride for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004; 1:CD002781.

6. Bratthall D, Hänsel Petersson G, Sundberg H. Reasons for the caries decline: what do the experts believe? *Eur J Oral Sci.* 1996; 104:416-422.
7. Newbrun E. Topical fluorides in caries prevention and management: a north american perspective. *J Dent Educ.* 2001; 65:1078-1083.
8. Øgaard B, Seppä L, Rølla G. Professional topical fluoride applications – clinical efficacy and mechanism of action. *Adv Dent Res.* 1994; 8:190-201.
9. Maia LC, de Souza IPR, Cury, JA. Effect of a combination of fluoride dentifrice and varnish on enamel surface hardening and fluoride uptake *in vitro*. *Eur J Oral Sci.* 2003; 111: 68-72.
10. Paes Leme AF, Tabchoury CPM, Zero DT, Cury JA. Effect of fluoridated dentifrice and acidulated phosphate fluoride application on early artificial carious lesions. *Am J Dent.* 2003; 16:91-95.
11. ten Cate JM. *In vitro* studies on the effects of fluoride on de- and remineralization. *J Dent Res.* 1990; 69 (Spec Iss):614-619.
12. Featherstone JDB, O'Reilly MM, Shariati M, Brugler S. Enhancement of remineralization *in vitro* and *in vivo*. In: Leach SA. *Factors relating to demineralization and remineralization of the teeth*. Oxford: IRL Press; 1986:23-24.
13. Whitford GM. Fluoride in dental products: safety considerations. *J Dent Res.* 1987; 66:1056-1060.
14. le Compte EJ. Clinical application of topical fluorides products: risks, benefits and recommendations. *J Dent Res.* 1987; 66:1066-1071.
15. Wei SHY, Hattab FN. Enamel fluoride uptake from a new APF foam. *Pediatr Dent.* 1988; 10:111-114.
16. Spak CJ, Sjöstedt S, Eleborg L, Veress B, Perbeck I, Ekstrand J. Studies of human gastric mucosa after application of 0,42% fluoride gel. *J Dent Res.* 1990; 69:426-429.
17. Wei SHY, Chik FF. Fluoride retention following topical fluoride foam and gel application. *Pediatr Dent.* 1990; 12:368-374.
18. Brown T, Donly KJ, Tom M. Enamel fluoride uptake from topical fluoride formulations. *J Dent Res.* 1994; 73:239.
19. Whitford GM, Adair SM, McKnight Hanes CM, Perdue EC, Russel, CM. Enamel uptake and patient exposure to fluoride comparison of APF gel and foam. *Pediatr Dent.* 1995; 17:199-203.
20. Monte Alto, LA. *Efeito in vitro de produtos fluoretados de uso profissional na incorporação do fluoreto e na recuperação de mineral do esmalte artificialmente*

cariado. [Tese]. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2004. 57f.

21. Hayacibara MF, Paes Leme AF, Lima YBO, Gonçalves NCLAV, Queiroz CS, Gomes MJ et al. Alkali-soluble fluoride deposition on enamel after professional application of topical fluoride *in vitro*. *J Appl Oral Sci*. 2004; 12:18-21.

22. Jiang H, Bian Z, Tai BJ, Du MQ, Peng B. The effect of a bi-annual professional application of APF foam on dental caries increment in primary teeth: 24-month clinical trial. *J Dent Res*. 2005; 84:265-268.

23. Jiang H, Tai B, Du M, Peng B. Effect of professional application of APF foam on caries reduction in permanent first molars in 6-7-year-old children: 24-month clinical trial. *J Dent Res*. 2005; 33:469-473.

24. Delbem ACB, Cury JA. Effect of application time of APF and NaF gels on microhardness and fluoride uptake of *in vitro* enamel caries. *Am J Dent*. 2002; 15: 169-172.

25. Garcia-Godoy F, Hicks MJ, Flaitz CM, Berg J. Acidulated phosphate fluoride treatment and formation of caries-like lesions in enamel: effect of application time. *J Clin Pediatric Dent*. 1995; 19:105-110.

26. ten Cate JM, Simons YM, van-Strijp AJ, Exterkate RAM. Relation between enamel fluoride retention and time of topical treatment. An *in situ* study. *J Dent Res*. 1988; 67:114 (Abstr 12).

27. Silverstone LM, Featherstone MJ, Powders AM. The effect of various exposure times of fluoride to enamel lesions *in vivo*. *J Dent Res*. 1989; 68:299 (Abstr 944).

28. Peixoto EMC, Silva MFA. Avaliação *in vivo* em humanos de um gel fluoretado para aplicações tópicas por um minuto. *Rev Bras Odontol*. 1992; 49:40-3.

29. Hebling J, Santos-Pinto LM, Cury, JA. Formação *in vitro* de fluoreto de cálcio sobre esmalte hígido, em função do tempo de aplicação de fluoreto acidulado. *Rev Bras Odontol*. 1995; 52:30-35.

30. Delbem ACB, Cury JA. Efeito do tempo de aplicação tópica de FFA na formação e retenção de "CaF₂" no esmalte dental humano. *Rev Odontol UNESP*. 1996; 25:217-227.

31. Mendes S, Souza IP, Cury JA. Flúor firme e fracamente ligado depositado sobre o esmalte pelo FFA gel: efeito do tempo de aplicação. *Rev Odontol Univ São Paulo*. 1996; 10:281-285.

32. Wefel JS, Wei SHY. *In vitro* evaluation of fluoride uptake from a thixotropic gel. *Pediatr Dent*. 1979; 1:97-99.

33. Wei SHY, Hattab FN. Time dependence of enamel fluoride acquisition from APF gels. I. *In vitro* study. *Pediatr Dent*. 1988; 10:168-172.

34. Wei SHY, Lau EWS, Hattab FN. Time dependence of enamel fluoride acquisition from APF gels. II. *In vivo* study. *Pediatr Dent*. 1988; 10:173-177.
35. Meredith N, Sherriff M, Setchell DJ, Swanson SA. Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Archs Oral Biol*. 1996; 41:539-545.
36. Patussi EG, Faust K, Miranda C, Almeida ICS, Prates LHM, Calvo MCM. Comparação de diferentes métodos para determinação da dureza do esmalte de dentes decíduos. *Braz Oral Res*, 2005; 19:173.
37. White DJ. Reactivity of fluoride dentifrices with artificial caries I. Effect on early carious lesions, F uptake, surface hardening and remineralization. *Caries Res*. 1987; 21:126-140.
38. Newbrun, E. *Cariology*. 3th ed. Chicago: Quintessence;1989:19-24.
39. White DJ. Use of synthetic polymer gels for artificial carious lesion preparation. *Caries Res*. 1987; 21:228-242.
40. Hazelrigg CO, Dean JA, Fontana M. Fluoride varnish concentration gradient and its effect on enamel demineralization. *Pediatr Dent*. 2003; 25:119-126.
41. Argenta RMO, Tabchoury CPM, Cury, JA. A modified pH-cycling model to evaluate fluoride effect on enamel demineralization. *Pesqui Odontol Bras*. 2003; 17:241-246.
42. Featherstone JDB, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res*. 1983; 17:385-391.
43. Tagliaferro, EPS. *Avaliação in vitro da associação de laser de CO₂ e flúor fosfato acidulado na inibição da progressão de cárie em esmalte de dentes decíduos*. [Dissertação]. Piracicaba, SP: Universidade Estadual de Campinas; 2004. 73f.
44. Jardim JJ. *Lesões de cárie em esmalte submetidas a diferentes tratamentos com flúor tópico in situ*. [Dissertação]. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2003. 62f.
45. Paes Leme AF, Dalcico R, Tabchoury CPM, Del Bel Cury AA, Rosalen PL, Cury JA. *In situ* effect of frequent sucrose exposure on enamel demineralization and on plaque composition after APF application and F dentifrice use. *J Dent Res*. 2004; 83:71-75.
46. Buchalla W, Attin T, Schulte-Monting J, Hellwig E. Fluoride uptake, retention, and remineralization efficacy of a highly concentrated fluoride solution on enamel lesions *in situ*. *J Dent Res*. 2002; 81:329-33.

Figuras

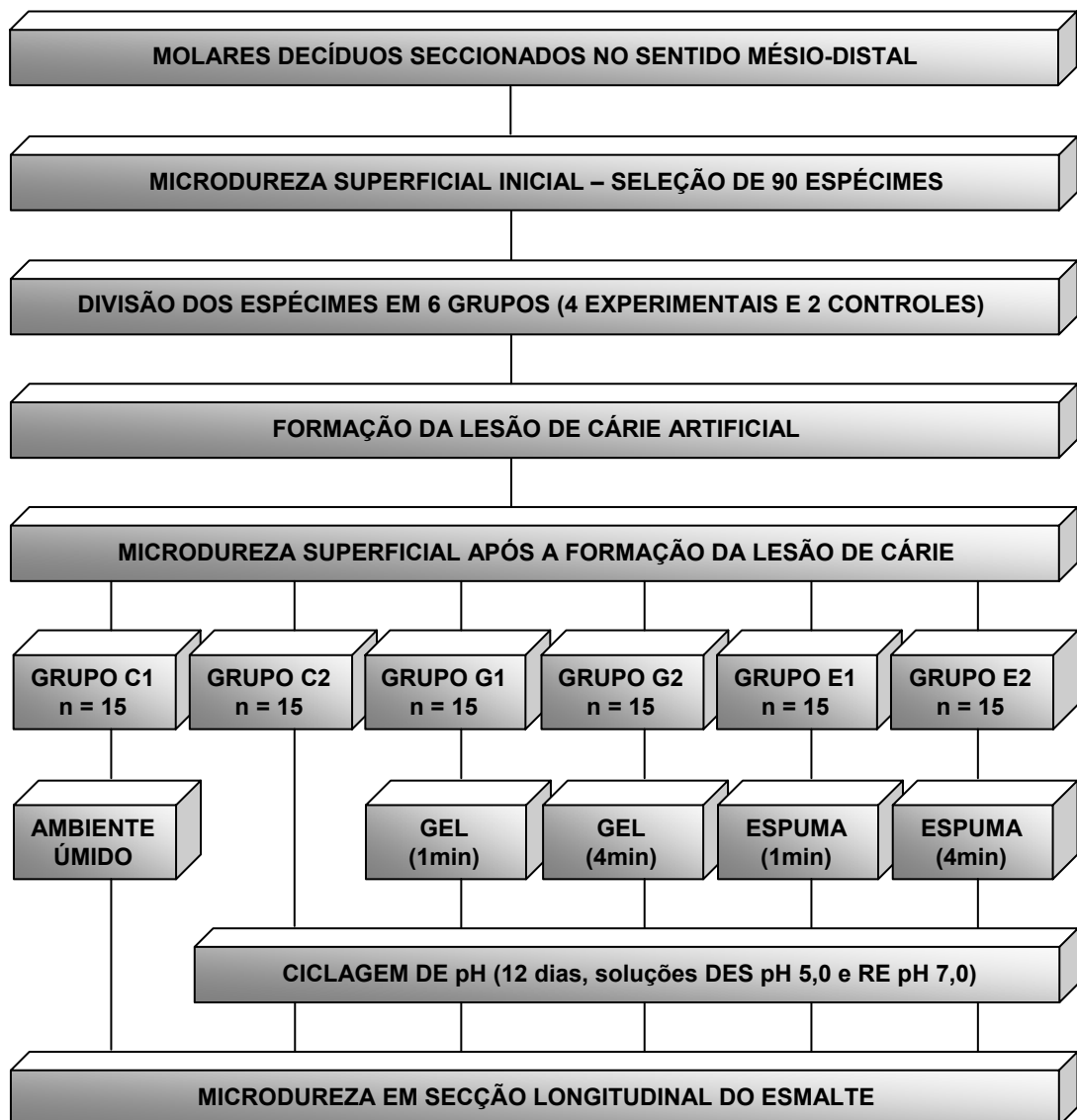


Fig. 1. Fluxograma representando as etapas experimentais realizadas no estudo: C1: Controle não-ciclado; C2: Controle ciclado; G1: Gel 1min; G2: Gel 4min; E1: Espuma 1min e E2: Espuma 4min.

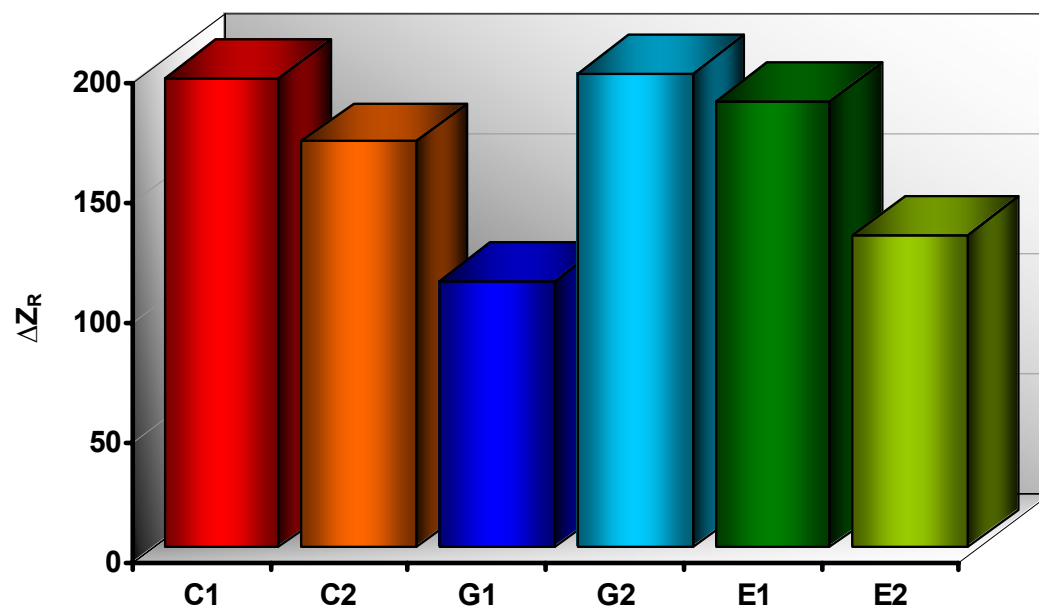


Fig. 2: Representação gráfica da área de recuperação mineral média (ΔZ_R) dos diferentes grupos.

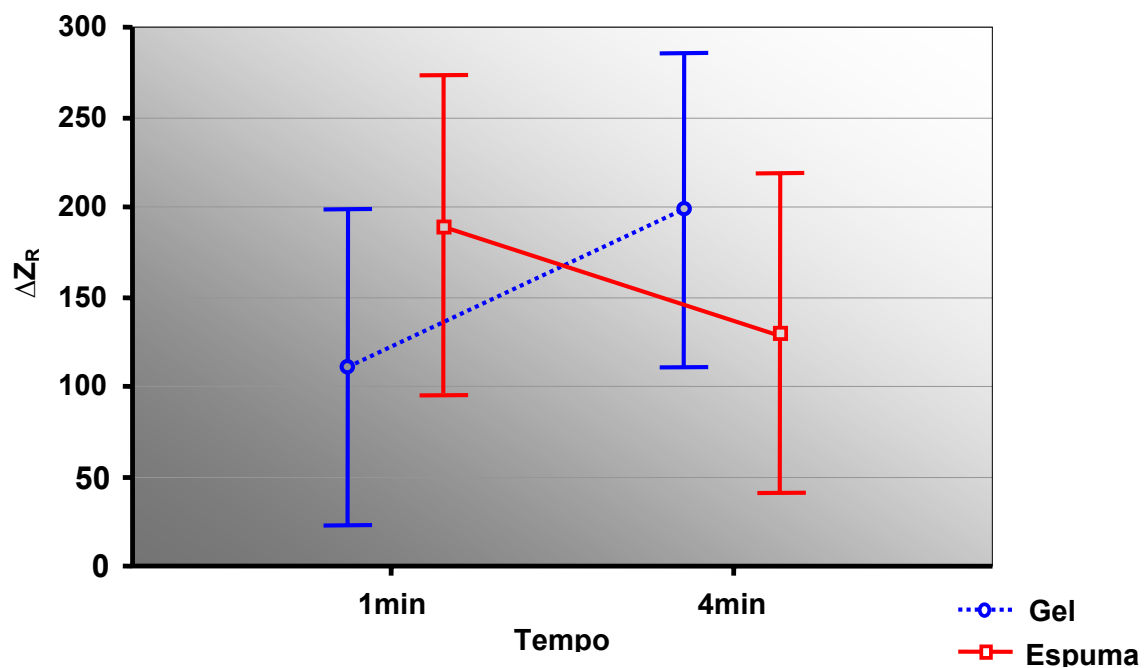


Fig. 3: Representação gráfica das médias e Intervalo de Confiança da área de recuperação mineral média (ΔZ_R) na interação tratamento*tempo ($p=0,123$). As barras verticais denotam Intervalo de Confiança de 0,95.

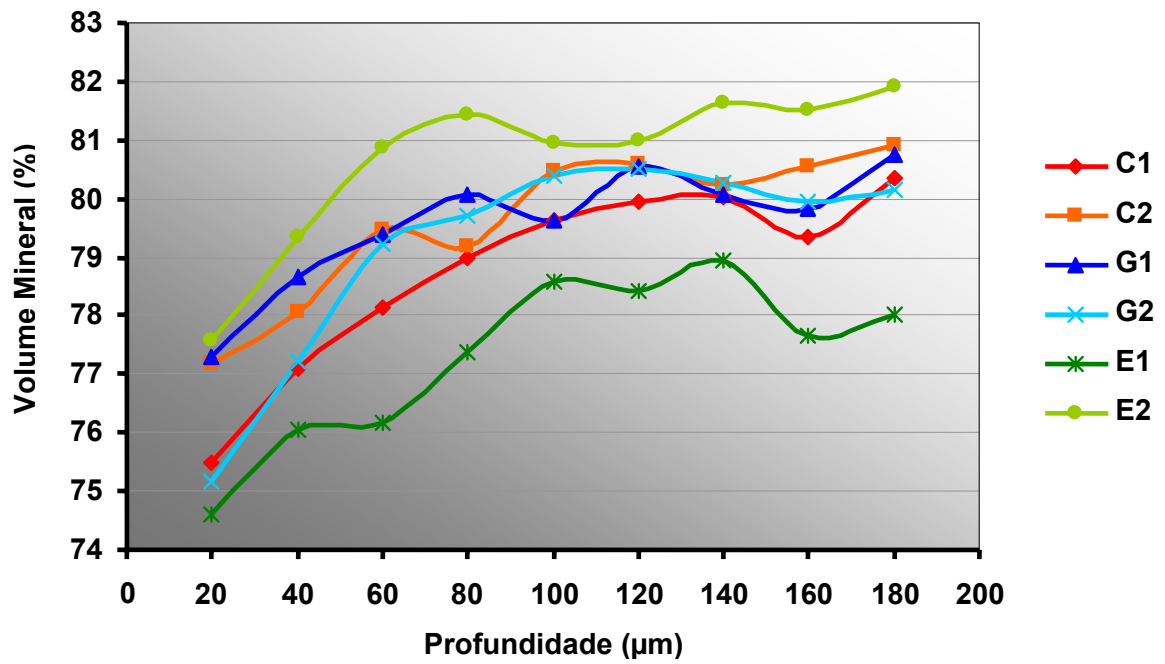


Fig. 4: Representação gráfica do percentual de volume mineral (%Vol) dos diferentes grupos *versus* profundidade (μm).

Tabelas

Tab. 1: Médias \pm desvio-padrão da área de recuperação mineral (ΔZ_R) de acordo com os tratamentos.

Tratamentos/Grupos	N	Médias \pm DP	Intervalo de Confiança 95%	
			Superior	Inferior
Controle não-ciclado	15	195,73 \pm 160,96	106,60	284,87
Controle ciclado	15	169,27 \pm 189,45	64,35	274,18
Gel 1min	15	110,76 \pm 201,76	-0,96	222,50
Gel 4min	15	197,44 \pm 167,45	104,71	290,17
Espuma 1min	15	185,78 \pm 158,16	98,19	273,36
Espuma 4min	15	130,09 \pm 173,31	34,12	226,07
Total	90	164,85 \pm 174,09	128,38	201,31

N: Número de amostras. ANOVA (2x2) e Tukey ($p < 0,05$) demonstraram não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais. Teste Dunnet ($p < 0,05$) evidenciou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais e os grupos controles.

Tab. 2: Valores médios do %Vol (percentual de volume mineral) em cada profundidade (μm), de acordo com os grupos.

Grupo	20	40	60	80	100	120	140	160	180
C1	75,478	77,096	78,137	79,002	79,609	79,941	80,023	79,341	80,344
C2	77,186	78,067	79,473	79,164	80,472	80,600	80,241	80,558	80,921
G1	77,275	78,654	79,391	80,072	79,638	80,555	80,050	79,809	80,745
G2	75,146	77,212	79,205	79,713	80,395	80,513	80,273	79,961	80,133
E1	74,620	76,062	76,175	77,382	78,588	78,404	78,951	77,668	78,007
E2	77,575	79,361	80,871	81,413	80,941	80,999	81,634	81,497	81,907
Total	76,213	77,742	78,875	79,458	79,940	80,168	80,195	79,806	80,343
Valor p	0,167	0,182	0,005	0,075	0,546	0,411	0,515	0,099	0,227

ANOVA 1 via ($p < 0,05$) nas profundidades 20, 40, 60, 100, 120 e 140 μm : diferença estatisticamente significativa apenas na profundidade 60 μm entre E1 e E2 ($p = 0,005$). Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) nas profundidades 80, 160 e 180 μm : não evidenciou diferença estatisticamente significativa.

3.2 Versão em inglês

Effect of acidulated phosphate fluoride – gel and foam – on enamel caries-like lesion of primary teeth: an *in vitro* study

Faust K; Almeida ICS.

Master Degree in Dentistry,
Federal University of Santa Catarina,
Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

Key words: dental enamel, deciduous tooth, dental caries, acidulated phosphate fluoride, hardness.

Send correspondence to the author: Karin Faust

Rua Desembargador Arno Hoeschl, 159, ap.204 – Centro

Florianópolis – SC – Brasil

CEP: 88015-620

Fone: +55 (0) 48 99191993

e-mail: karinfaust@hotmail.com

Article formatted in accordance with the instructions of the ***Journal of Dentistry for Children***.

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to evaluate *in vitro* the effect of APF, gel and foam, for 1 to 4 minutes, on artificial enamel caries-like lesion of primary teeth submitted to the pH cycling.

Methods: The specimens with medium values of initial superficial enamel micro-hardness between 272 and 331KHN were selected for the formation of the artificial caries lesion. Later, they were randomly divided into 6 groups (n=15): uncycled control, cycled control, gel 1min, gel 4min, foam 1min and foam 4min. The uncycled control group was maintained in an humid environment, while the application of APF and the pH cycling were accomplished. After, the specimens were sectioned at the center for the enamel cross-sectional micro-hardness test. The values of micro-hardness of the depths from 20 to 180 μ m were converted into percentile of mineral volume (%Vol) and the area of mineral recovery (ΔZ_R) was calculated.

Results: The analysis of the ΔZ_R values demonstrated that the groups gel 1min and foam 4 min presented a better performance in spite of not existing statistically significant differences ($p>0.05$). The evaluation of %Vol indicated a significant difference only at 60 μ m depth ($p=0.005$).

Conclusions: In accordance with the data analyzed, a single application of APF gel or foam, for 1 or 4 minutes, do not remineralise artificial enamel caries-like lesion of primary teeth.

Introduction

The action of fluoride in the prevention and therapeutics during the process of development of the caries lesion has been proven as a result of the use of fluoridated products in their several forms of presentation, different concentrations and frequency of application, promoting its constantly presence in mouth.¹⁻⁵

Many researchers consider the use of fluoride in low concentration and high frequency, through the use of toothpastes and drinking water, as the main reason for the decline of caries disease in the world.^{2,6} On the other hand, the prevalence of that disease is still considered high in some individuals or groups.² In specific cases, individual factors should be considered, such as the risk or caries activity, where the topical application of fluoridated products with high concentration such as gel, foam and varnish is indicated,^{5,7-10} which promotes an increase in the formation of calcium fluoride, a compound that acts as a reservoir of fluoride available to act directly on the dynamics of the process of de- and remineralization, thus interfering with the progression of the caries lesion.^{2,11,12}

However, there is a concern about the use of acidulated phosphate fluoride (APF) in the gel form, because of the risk of intoxication due to the high fluoride retention in the oral cavity after its use, as well as the intake of a great amount of it during its application, which may incite gastric irritations, nauseas and vomiting.¹³⁻¹⁹

APF foam as an alternative with a more attractive consistence for children.²⁰ Besides, it provides the same intake of fluoride as the gel,^{15,18-21} and it is advantageous, since its application requires a smaller amount,^{15,17,18} considering that there is a reduction of 80% in the amount of product required for the total teeth coverage,¹⁹ and, yet, a smaller amount of fluoride is retained in the oral cavity after

the application, which reduces the risk of ingestion, thus minimizing the risk of intoxication.^{17,19}

The effectiveness of APF foam in reducing caries increment in primary and permanent teeth is showed in many clinical studies.^{22,23} However, the time of application of APF is still under discussion as many studies have demonstrated no significant differences either in the inhibition²⁴ or in the reduction of the caries lesion depth²⁵ or else in the enamel fluoride uptake²⁴⁻³¹ with the application of APF gel for 1 or 4 minutes. Some authors found that there is a larger enamel fluoride uptake after 4 minutes,^{24,32-34} which is the time of application recommended by the American Dental Association (ADA).²⁴ Regarding the foam form, Brown et al.¹⁸ also observed a larger enamel fluoride uptake after a 4 minute application.

Thus the purpose of this *in vitro* study was to evaluate the isolated effect of APF gel and foam, applied for 1 and 4 minutes on artificial caries-like lesion in enamel of primary teeth submitted to the pH cycling, analyzing its capacity of interfering on the mineral recovery, through the enamel cross-sectional micro-hardness.

Methods

The experimental steps of this study are schematically shown in Fig. 1.

Preparation of the specimens

First and second sound primary molars stored in a pH 7.0, at room temperature were utilized. This study was approved by the Committee of Ethics in Research with Human Beings of the Federal University of Santa Catarina (281/04). The teeth were cut mesio-distally utilizing an electric cutter (Isomet 1000; Buehler) and a diamond disc (Buehler).

The buccal and lingual surfaces were fastened to a double-faced ribbon (3M) and built-in in polyester resin, using PVC scouring pads as molds. The surface containing the specimens was smoothed on a polishing machine (Panambra DP-10; Struers) with water sandpaper with grits of 600 and 1200 (3M), for 10s each, at a speed of 300rpm running water. A metallic support was used to standardize the force exercised by the researcher at the moment of smoothing, so as to obtain a flat surface for carrying on the micro-hardness test removing the minimum possible amount of enamel. In the sequence, the specimens were polished on the polisher with felt cloth (super texture; Arotec) and alumina pastes (1 μ , 0.3 μ and 0.05 μ grits; Arotec), at a speed of 600rpm. At each sandpaper and polishing pastes change, the specimens were washed with deionized water for 5min in ultrasound equipment (Ultrasonic Cleaner 1440D; Odontobrás) for removal of residues from the surface. After the use of the last polishing paste, the specimens were washed in ultrasound for 20min and stored in humid environment.

Determination of the initial surface micro-hardness (SMH)

The initial surface micro-hardness was verified with a Knoop diamond indenter, using a micro-hardness tester (HMV Micro Hardness Tester; Shimadzu), to select the specimens with values between 272 and 440KHN (Knoop Hardness

Number), normal for the permanent dental enamel³⁵ which, according to Patussi et al.,³⁶ does not significantly vary from the micro-hardness of the deciduous enamel.

Three indentations were accomplished with a load of 50g, for 5s, at intervals of 100µm. The average values of the surface micro-hardness of the selected specimens varied between 272 and 331KHN, presenting an average of 290.8KHN. The 90 specimens were randomly divided into 6 groups with 15 specimens each (four experimental and two control groups, with no statistical difference among them) (p=0.3673).

Formation of the artificial caries lesion

The specimens were individually immersed in 14mL of lactic acid solution with formulation similar as that described by White,³⁷ pH 5.0, modified by the use of Carbopol 980 (0.2%). Lactic acid was used to simulate an initial caries attack.³⁸ Carbopol, an polymer from acrylic acid was used to simulate the action of the acquire pellicle as it happens in vivo, giving to the solution a gel consistency.^{9,37,39,40} The specimens were then stored at 37°C for 12 hours, and the time of exposure was determined through a pilot study. After the exposure to the caries-inducing solution, three new indentations were made at 100µm below the previous ones with the same equipment, same configurations, and by the same tester. The average value of the surface micro-hardness after the formation of the lesion was 173.1KHN. The percentile of surface micro-hardness loss (%SMHL) regarding to initial micro-hardness was 40.5%.

Application of acidulated phosphate fluoride (APF)

The specimens of the groups G1 and G2 were submitted to the topical application of 1.23% APF gel at pH 3.6 – 3.9 (Flutop - SSWhite Dental Goods Ltd., Rio de Janeiro - Brazil), for 1 and 4 minutes, respectively (the time indicated by the manufacturer is 1 min). In the specimens of F1 and F2 groups, an 1.23% APF foam at pH 3.5 was applied, (Topical Fluoride Foam, Laclede, Inc. USA) for 1 and 4 minutes, respectively (the time indicated by the manufacturer is 4 minutes). The treatment was carried out using disposable applicators, and then the specimens were washed with deionized water for 10s and dried with absorbent paper.

pH Cycling

The specimens of C2, G1, G2, F1, and F2 groups were submitted to the pH cycling method, while the specimens of C1 group were maintained in a moisture environment for subsequent analysis. In order to evaluate the enamel remineralization, pH cycling was carried out using the model proposed by White.³⁷ Initially, the samples were immersed in artificial saliva (14mL for specimen) that was used as remineralizing solution (RE).¹² Samples were then replaced twice a day to avoid alteration in the pH. Furthermore, to avoid a superficial erosion of the enamel, 0.05ppm F per liter was added to this solution.⁴¹ The specimens were immersed in a demineralizing solution for 2 hours (DE) to simulate the cariogenic challenge. The demineralizing solution was replaced on the sixth day of cycling (14mL per specimen with the same composition of the solution used for the formation of an artificial caries lesion). The specimens were washed with deionized water at each change of the solution. The duration of the continuous cycles of DE/RE was 12 days, and the specimens were stored at 37°C. As the pH cycling finished, the specimens were

washed with deionized water for 10s, dried with absorbent paper, and stored in a humid environment.

Preparation of the specimens for determination of cross-sectional micro-hardness (CSMH)

After the pH cycling, the specimens were sectioned throughout the center by using an electric cutter and a diamond disc, followed by smoothing with water sandpaper of 1200 grit, at a speed of 300rpm. Then, the specimens were washed with deionized water by ultrasound for 5min, and polished in the same way as previously described. Thereafter, they were stored in a moisturized environment.

Determination of the enamel cross-sectional micro-hardness

The specimens were positioned at the base of the micro-hardness meter, so that the larger diagonal of the indentation was positioned parallel to the external surface of the enamel. For that, 27 indentations were made applying a load of 25g for 5s, and organized into 3 columns in a 100 μ m distance among them. The indentations were started from 20 μ m from the enamel external surface up to the depth of 180 μ m, with a 20 μ m intervals among them. Later, the average of the 3 Knoop values of micro-hardness obtained from each depth were converted into mineral volume percentile (%Vol).⁴²

The enamel cross-sectional micro-hardness was determined to evaluate the mineral recovery, since according to Featherstone et al.⁴² there is a good relationship (0.91) between enamel micro-hardness and %Vol in caries lesions

obtained through microradiograph. The area under the curve (%Vol x μm) was calculated and the mineral content determined. The calculation of the enamel mineral profile which was considered sound was obtained through the projection of average the %Vol encountered in the depths from 100 to 180 μm ,⁴³ of all of the specimens of all groups and the value obtained was 80.1% of mineral volume. The difference between the hygid mineral profile and the mineral profile of the other groups resulted in the Delta Z (ΔZ), which is considered as an area of mineral loss when its demineralization is studied. In this study, indicated the area of mineral recovery (ΔZ_R) that was used for comparison of treatments.²⁰

Statistical analysis

The ΔZ_R values presented normal distribution and homogeneity of variances, and being submitted to ANOVA (2x2), variables of treatment and time were considered. For the multiple comparisons of averages, Tukey's test was chosen at a 5% level of significance.

Furthermore, the ΔZ_R values of the experimental groups were compared with the control groups through the Dunnet test ($p < 0.05$), to verify if treatments could alter the ΔZ_R only in relation with the decayed group (C1), as well as corroborate if treatments could alter ΔZ_R in relation with the decayed group that was submitted to the pH cycling (C2).

Later, the comparison was carried out among the groups in accordance with the average of %Vol in each of the depths. The data of the depths 20, 40, 60, 100, 120, and 140 μm presented a normal distribution and homogeneity of variances and were then submitted to one-way ANOVA ($p < 0.05$). However, the data of the depths

80, 160, and 180 μ m were compared through the nonparametric test of Kruskal-Wallis ($p < 0.05$).

Results

The results of the enamel cross-sectional micro-hardness (CSMH) analysis through the evaluation of the ΔZ_R of the experimental groups (Table 1 and Figure 2) demonstrated that G1 and F2 groups presented a better performance, despite the non-existence of significant statistical differences either among the treatments or the times, or else in the interaction of the variables (Figure 3).

The results of the comparison of the ΔZ_R of the experimental groups with the control groups indicated that there are not significant statistical differences (Table 1 and Figure 2).

The evaluation of %Vol in each depth identified a significant statistical difference ($p = 0.005$) only at 60 μ m depth between F1 and F2 (Table 2 and Figure 4).

Discussion

The use of products with high fluoride concentration is indicated in the treatment of patients, who present a high risk or with an active decay disease.^{5,7-10} APF as gel and foam has been used mainly in Pediatric Dentistry. However, there are still some issues to be discussed, such as time of application and presentation form of these products, and their capacity to promote the remineralization of early caries lesion in the enamel of primary teeth.

In this research, a micro-hardness essay was carried out in the enamel cross-sectional to evaluate the mineral recovery, on account of previous studies that demonstrated that this test can be used for the analysis of the mineral profile in the enamel and dentine, either with a caries lesion or remineralized.³⁷⁻⁴² This analysis allows a quantitative evaluation and the comparison among treatment groups in the progression or reversibility of the caries process.⁴²

The results obtained with the analysis of ΔZ_R among the experimental groups (Table 1 and Figure 2) indicated a tendency for obtaining better results with the application of gel for 1 minute and foam for 4 minutes, which are the suitable application periods indicated by the product manufacturers. However, the results did not present significant statistical differences between the treatments - gel and foam, or else, between the recommended times - 1 and 4 minutes, and not even in the interaction of the variables (Figure 3). Nevertheless, in accordance with the results of %Vol (Table 2 and Figure 4), it was found that there were significant statistical differences concerning the depth of 60 μ m between the groups F1 and F2, showing a better result when APF foam was applied for 4 minutes. In an *in vitro* study, Brown et al.¹⁸ found greater fluoride incorporation in sound enamel after 4 minutes of application of an APF foam compared with the 1-minute time. Other studies also demonstrated the enamel fluoride uptake with the application of APF gel^{10,15,19-21,24,26-34,44} and APF foam.^{15,18-21} These results may suggest that the effect of APF does not happen immediately after the application, however, the enamel fluoride uptake may occur and perhaps continue giving continuity to the process of mineral recovery.

The closest depths to the surface of the enamel presented lower %Vol values, a characteristic that confirms the cariogenic challenge to which the specimens were submitted. However, the analysis of the ΔZ_R values of the treated groups in relation

with the control groups also demonstrated that there are not significant statistical differences. Therefore, the results indicate that C1 group presented the same behavior as experimental and control groups, which were submitted only to pH cycling. It was then found that a single application of APF, whether in gel or in foam, for 1 or 4 minutes, did not result in the recovery of the mineral loss and was unsuitable to activate the remineralization of the early decay lesion. This result suggests that the mechanism of APF action may be mainly related to the reduction of enamel demineralization,^{24,25,45} and not to the remineralization of early caries lesions.²⁰

On the other hand, some studies observed remineralization of decay lesions with the application of high concentration fluoridated products, as the research carried out by Tagliaferro,⁴³ who, in an *in vitro* study, observed that treatment procedures, either isolated or combined with APF gel and CO₂ laser were effective in the inhibition of the decay progression in enamel of primary teeth. Also, Buchalla et al.⁴⁶, in an *in situ* study, found that there is an increase of remineralization of the bovine enamel previously demineralized, after a single application of a solution with high fluoride concentration.

However, despite those studies have found different results from the present research, data found here are in agreement with the results showed by other studies^{10,20,44} which evaluated the APF, either in the gel or in the foam form, capacity of remineralization. Paes Leme et al.¹⁰ did not found any repair of caries lesions in bovine tooth enamel in the groups treated with a single application of APF gel combined with the use of placebo dentifrice or fluoridated dentifrice, when compared with the daily treatment with fluoridated dentifrice. In an *in situ* evaluation of tooth decay lesions in bovine enamel, Jardim⁴⁴ verified an increase in the values of

superficial micro-hardness and fluoride content only in the blocks that received 3 or 4 applications of APF, and found that the cross-sectional micro-hardness values did not show differences among the groups. Monte Alto,²⁰ in an *in vitro* study, concluded that although fluoridated products (gel, foam, varnish and centrifuged varnish) have been effective to form and keep fluoride into the decayed permanent enamel, they did not activate the remineralization of the lesion.

Consequently, the results of the present study together with those of the literature demonstrated that a single application of APF was not sufficient for the remineralization of the artificial caries lesion. However, it seems to have promoted a larger enamel uptake,^{10,15,18-21,24,26-34,44} making it available to participate in the reduction of the demineralization^{24,25,45} and possibly keep giving continuity to the remineralization process. It is important to assume that new researches with the appropriate models are necessary for a better understanding of the effect of the fluoride in high concentration in the mineral recovery of the decayed enamel of primary teeth, once these have their particulars, such as a smaller enamel thickness and a larger crown convexity, characteristics that may make them more sensitive to the preparation techniques, as well as to the exposure to the products with low pH.

Conclusions

- Applications of APF gel for 1 minute and foam for 4 minutes show a better performance, although their results do not presenting significant statistical differences;

- In accordance to the studied data, a single application of APF, in gel and in foam, for 1 or 4 minutes, is not sufficient to promote the remineralization of the enamel caries-like lesion of primary teeth.

References

1. van Rijkom HM, Truin GJ, van't Hof, MA. A meta-analysis of clinical studies on the caries-inhibiting effect of fluoride gel treatment. *Caries Res.* 1998; 32:83-92.
2. Cury JA. Uso do flúor e controle da cárie como doença. In: Baratieri LN et al. *Odontologia Restauradora – fundamentos e possibilidades*. São Paulo: Editora Santos; 2001:33-68.
3. Marinho VCC, Higgins JPT, Logan S, Sheiham A. Systematic review of controlled trials on the effectiveness of fluoride gels for the prevention on dental caries in children. *J Dent Educ.* 2003; 67:448-458.
4. Marinho VCC, Higgins JPT, Logan S, Sheiham A. Topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels or varnishes) for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003; 4:CD002782.
5. Marinho VCC, Higgins JPT, Sheiham A, Logan S. Combinations of topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels, varnishes) *versus* single topical fluoride for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004; 1:CD002781.
6. Bratthall D, Hänsel Petersson G, Sundberg H. Reasons for the caries decline: what do the experts believe? *Eur J Oral Sci.* 1996; 104:416-422.
7. Newbrun E. Topical fluorides in caries prevention and management: a north american perspective. *J Dent Educ.* 2001; 65:1078-1083.
8. Øgaard B, Seppä L, Rølla G. Professional topical fluoride applications – clinical efficacy and mechanism of action. *Adv Dent Res.* 1994; 8:190-201.
9. Maia LC, de Souza IPR, Cury, JA. Effect of a combination of fluoride dentifrice and varnish on enamel surface hardening and fluoride uptake *in vitro*. *Eur J Oral Sci.* 2003; 111: 68-72.
10. Paes Leme AF, Tabchoury CPM, Zero DT, Cury JA. Effect of fluoridated dentifrice and acidulated phosphate fluoride application on early artificial carious lesions. *Am J Dent.* 2003; 16:91-95.

11. ten Cate JM. *In vitro* studies on the effects of fluoride on de- and remineralization. *J Dent Res.* 1990; 69 (Spec Iss):614-619.
12. Featherstone JDB, O'Reilly MM, Shariati M, Brugler S. Enhancement of remineralization *in vitro* and *in vivo*. In: Leach SA. *Factors relating to demineralization and remineralization of the teeth*. Oxford: IRL Press; 1986:23-24.
13. Whitford GM. Fluoride in dental products: safety considerations. *J Dent Res.* 1987; 66:1056-1060.
14. le Compte EJ. Clinical application of topical fluorides products: risks, benefits and recommendations. *J Dent Res.* 1987; 66:1066-1071.
15. Wei SHY, Hattab FN. Enamel fluoride uptake from a new APF foam. *Pediatr Dent.* 1988; 10:111-114.
16. Spak CJ, Sjöstedt S, Eleborg L, Veress B, Perbeck I, Ekstrand J. Studies of human gastric mucosa after application of 0,42% fluoride gel. *J Dent Res.* 1990; 69:426-429.
17. Wei SHY, Chik FF. Fluoride retention following topical fluoride foam and gel application. *Pediatr Dent.* 1990; 12:368-374.
18. Brown T, Donly KJ, Tom M. Enamel fluoride uptake from topical fluoride formulations. *J Dent Res.* 1994; 73:239.
19. Whitford GM, Adair SM, McKnight Hanes CM, Perdue EC, Russel, CM. Enamel uptake and patient exposure to fluoride comparison of APF gel and foam. *Pediatr Dent.* 1995; 17:199-203.
20. Monte Alto, LA. *Efeito in vitro de produtos fluoretados de uso profissional na incorporação do fluoreto e na recuperação de mineral do esmalte artificialmente cariado*. [Tese]. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2004. 57f.
21. Hayacibara MF, Paes Leme AF, Lima YBO, Gonçalves NCLAV, Queiroz CS, Gomes MJ et al. Alkali-soluble fluoride deposition on enamel after professional application of topical fluoride *in vitro*. *J Appl Oral Sci.* 2004; 12:18-21.
22. Jiang H, Bian Z, Tai BJ, Du MQ, Peng B. The effect of a bi-annual professional application of APF foam on dental caries increment in primary teeth: 24-month clinical trial. *J Dent Res.* 2005; 84:265-268.
23. Jiang H, Tai B, Du M, Peng B. Effect of professional application of APF foam on caries reduction in permanent first molars in 6-7-year-old children: 24-month clinical trial. *J Dent Res.* 2005; 33:469-473.
24. Delbem ACB, Cury JA. Effect of application time of APF and NaF gels on microhardness and fluoride uptake of *in vitro* enamel caries. *Am J Dent.* 2002; 15: 169-172.

25. Garcia-Godoy F, Hicks MJ, Flaitz CM, Berg J. Acidulated phosphate fluoride treatment and formation of caries-like lesions in enamel: effect of application time. *J Clin Pediatric Dent.* 1995; 19:105-110.
26. ten Cate JM, Simons YM, van-Strijp AJ, Exterkate RAM. Relation between enamel fluoride retention and time of topical treatment. An *in situ* study. *J Dent Res.* 1988; 67:114 (Abstr 12).
27. Silverstone LM, Featherstone MJ, Powders AM. The effect of various exposure times of fluoride to enamel lesions *in vivo*. *J Dent Res.* 1989; 68:299 (Abstr 944).
28. Peixoto EMC, Silva MFA. *In vivo* evaluation in humans of a fluoride gel applied for 1 minute. (In Portuguese). *Rev Bras Odontol.* 1992; 49:1-4.
29. Hebling J, Santos-Pinto LM, Cury JA. Calcium Fluoride formation on human enamel by APF gels: effect of application time. (In Portuguese). *Rev Bras Odontol.* 1995; 52:30-35.
30. Delbem ACB, Cury JA. Calcium fluoride formation on human enamel by APF gel and residual concentration after washing in saliva: effect of application time. (In Portuguese). *Rev Odontol UNESP.* 1996; 25:217-227.
31. Mendes S, Souza IP, Cury JA. Firmly and loosely bound fluoride deposited on enamel by APF gel: effect of application time. (In Portuguese). *Rev Odontol Univ São Paulo.* 1996; 10:281-285.
32. Wefel JS, Wei SHY. *In vitro* evaluation of fluoride uptake from a thixotropic gel. *Pediatr Dent.* 1979; 1:97-99.
33. Wei SHY, Hattab FN. Time dependence of enamel fluoride acquisition from APF gels. I. *In vitro* study. *Pediatr Dent.* 1988; 10:168-172.
34. Wei SHY, Lau EWS, Hattab FN. Time dependence of enamel fluoride acquisition from APF gels. II. *In vivo* study. *Pediatr Dent.* 1988; 10:173-177.
35. Meredith N, Sherriff M, Setchell DJ, Swanson SA. Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. *Archs Oral Biol.* 1996; 41:539-545.
36. Patussi EG, Faust K, Miranda C, Almeida ICS, Prates LHM, Calvo MCM. Comparação de diferentes métodos para determinação da dureza do esmalte de dentes decíduos. *Braz Oral Res,* 2005; 19:173.
37. White DJ. Reactivity of fluoride dentifrices with artificial caries I. Effect on early carious lesions, F uptake, surface hardening and remineralization. *Caries Res.* 1987; 21:126-140.
38. Newbrun, E. *Cariology*. 3th ed. Chicago: Quintessence;1989:19-24.

39. White DJ. Use of synthetic polymer gels for artificial carious lesion preparation. *Caries Res.* 1987; 21:228-242.
40. Hazelrigg CO, Dean JA, Fontana M. Fluoride varnish concentration gradient and its effect on enamel demineralization. *Pediatr Dent.* 2003; 25:119-126.
41. Argenta RMO, Tabchoury CPM, Cury, JA. A modified pH-cycling model to evaluate fluoride effect on enamel demineralization. *Pesqui Odontol Bras.* 2003; 17:241-246.
42. Featherstone JDB, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res.* 1983; 17:385-391.
43. Tagliaferro, EPS. *Avaliação in vitro da associação de laser de CO₂ e flúor fosfato acidulado na inibição da progressão de cárie em esmalte de dentes decíduos.* [Dissertação]. Piracicaba, SP: Universidade Estadual de Campinas; 2004. 73f.
44. Jardim JJ. *Lesões de cárie em esmalte submetidas a diferentes tratamentos com flúor tópico in situ.* [Dissertação]. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2003. 62f.
45. Paes Leme AF, Dalcico R, Tabchoury CPM, Del Bel Cury AA, Rosalen PL, Cury JA. *In situ* effect of frequent sucrose exposure on enamel demineralization and on plaque composition after APF application and F dentifrice use. *J Dent Res.* 2004; 83:71-75.
46. Buchalla W. Attin T, Schulte-Monting J, Hellwig E. Fluoride uptake, retention, and remineralization efficacy of a highly concentrated fluoride solution on enamel lesions *in situ.* *J Dent Res.* 2002; 81:329-33.

Figures

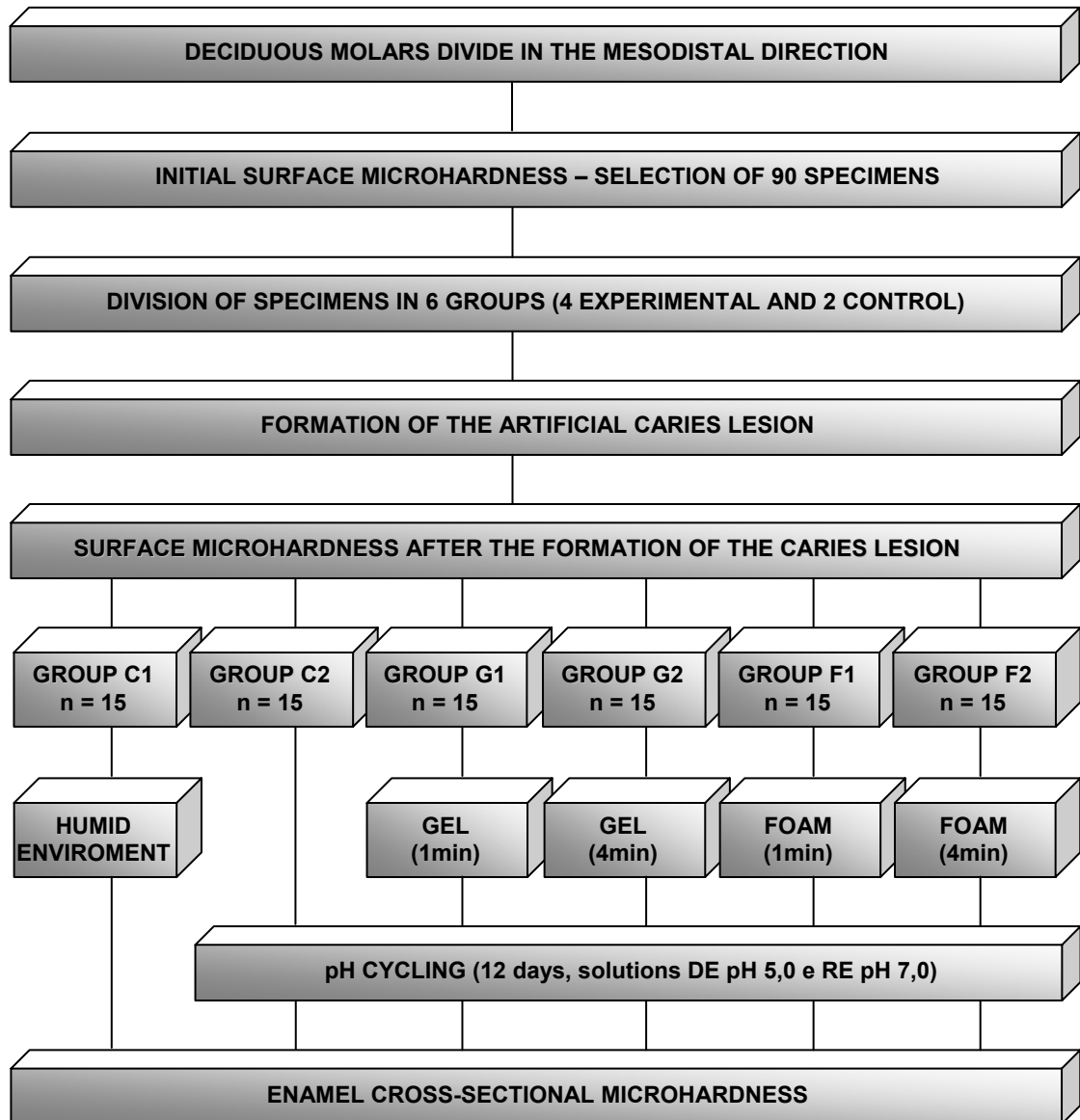


Figure 1: Flowchart representing the experimental stages accomplished during the study:
C1: Uncycled Control; C2: Cycled Control ; G1: Gel 1min; G2: Gel 4min; F1: Foam 1min and
F2: Foam 4min.

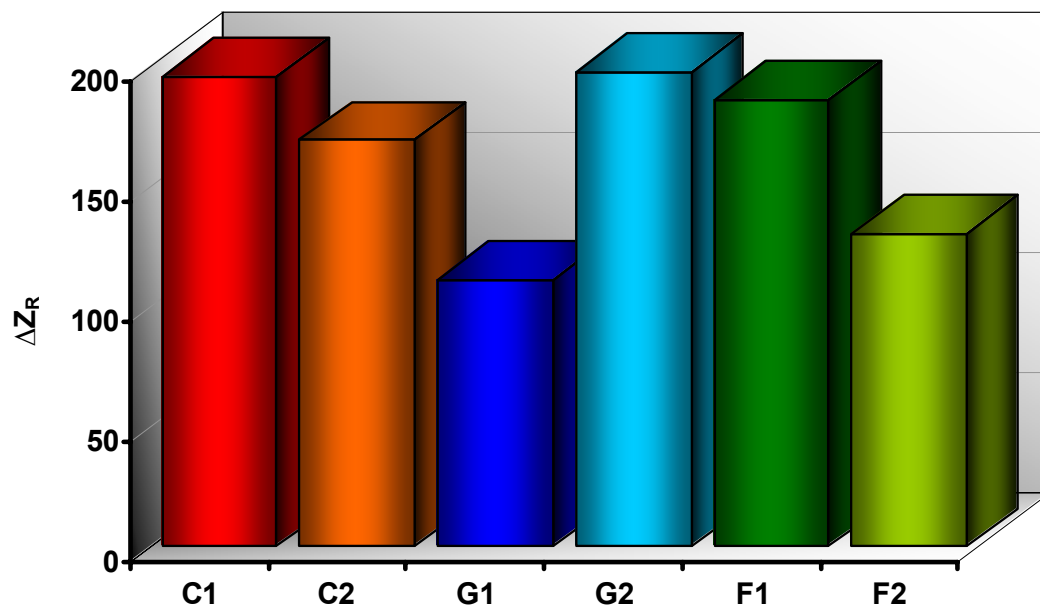


Figure 2: Graphic representation of the area of average mineral recovery (ΔZ_R) of different groups.

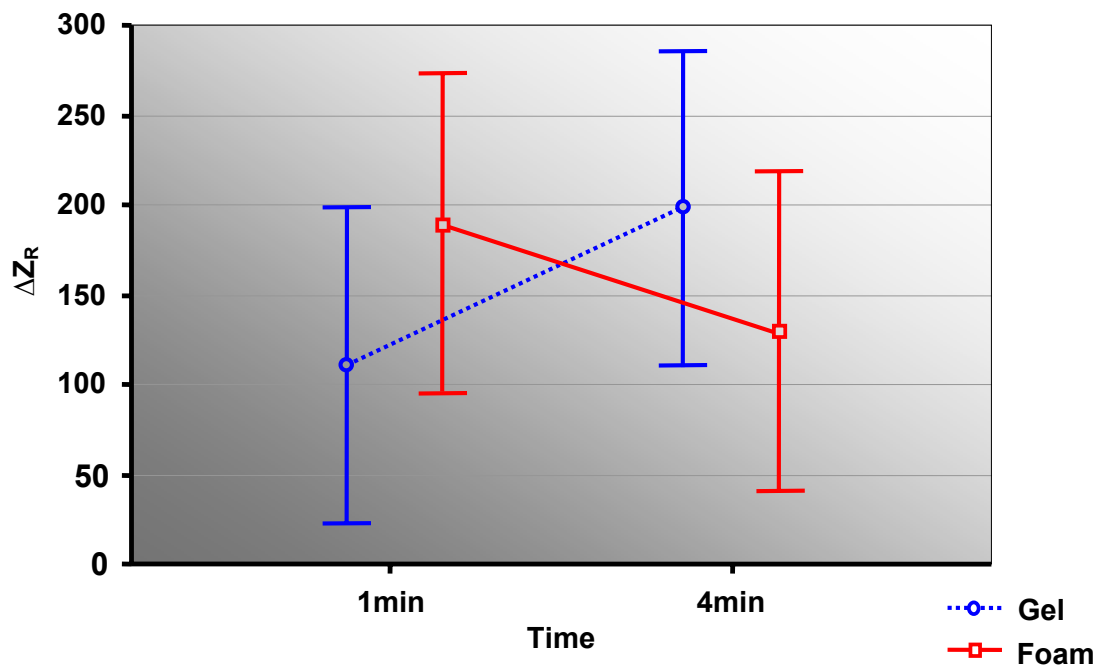


Figure 3: Averages and Interval of Trust of the area of average mineral recovery (ΔZ_R) in the interaction treatment*time ($p=0.123$). The vertical bars denote a Trust Interval of 0.95.

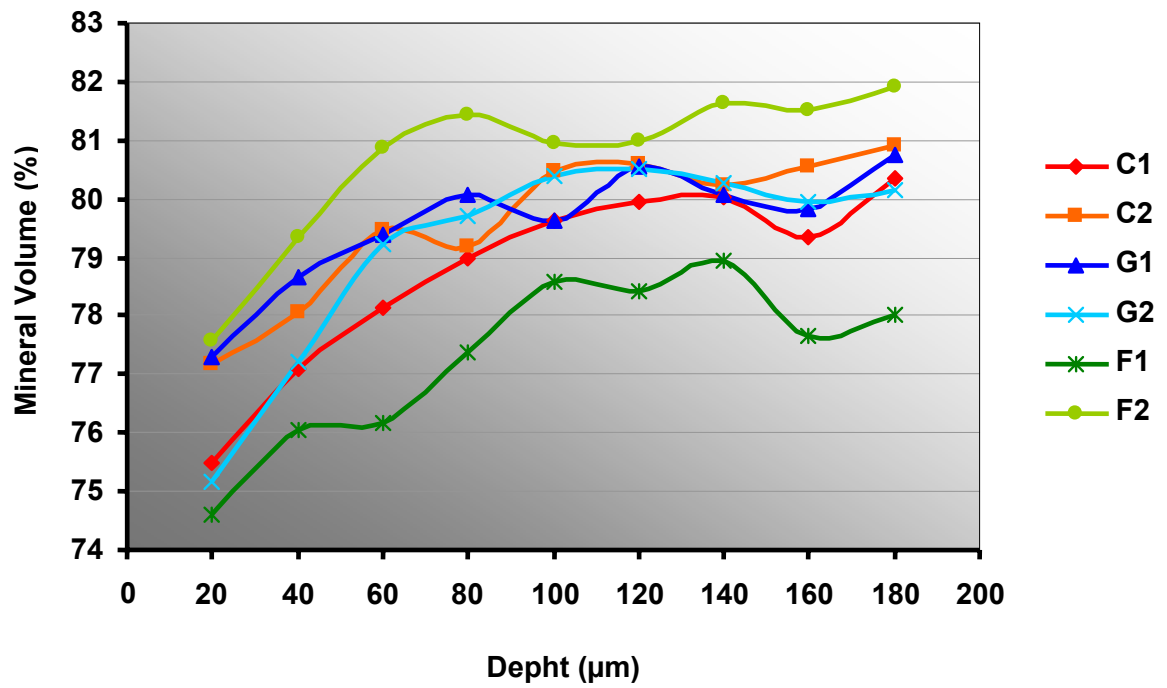


Figure 4: Percentile of mineral volume (%Vol) of the different groups versus depth (μm).

Tables

Table 1: Averages +/- standard-deviation of the area of mineral recovery (ΔZ_R) in accordance with the treatment procedures.

Treatments/Groups	N	ΔZ_R
Uncycled Control	15	195.73 ± 160.96
Cycled Control	15	169.27 ± 189.45
Gel 1min	15	110.76 ± 201.76
Gel 4min	15	197.44 ± 167.45
Foam 1min	15	185.78 ± 158.16
Foam 4min	15	130.09 ± 173.31

N: Number of samples. ANOVA (2x2) and Tukey's test ($p < 0.05$) demonstrated that there are not differences statistically significant among the experimental groups. Dunnet's Test ($p < 0.05$) evidenced that there are not differences statistically significant between the experimental and the control groups.

Table 2: Average values of %Vol (percentile of mineral volume) in each depth (µm), in accordance with the groups.

Group	20	40	60	80	100	120	140	160	180
C1	75.478	77.096	78.137	79.002	79.609	79.941	80.023	79.341	80.344
C2	77.186	78.067	79.473	79.164	80.472	80.600	80.241	80.558	80.921
G1	77.275	78.654	79.391	80.072	79.638	80.555	80.050	79.809	80.745
G2	75.146	77.212	79.205	79.713	80.395	80.513	80.273	79.961	80.133
F1	74.620	76.062	76.175	77.382	78.588	78.404	78.951	77.668	78.007
F2	77.575	79.361	80.871	81.413	80.941	80.999	81.634	81.497	81.907
Total	76.213	77.742	78.875	79.458	79.940	80.168	80.195	79.806	80.343
Valor p	0.167	0.182	0.005	0.075	0.546	0.411	0.515	0.099	0.227

One-way ANOVA ($p < 0.05$) in 20, 40, 60, 100, 120 and 140µm depths: difference statistically significant only in the 60µm depth between F1 and F2 ($p = 0.005$). Non-parametric Test by Kruskal-Wallis ($p < 0.05$) in the 80, 160, and 180µm depths: did not depict difference statistically significant.

REFERÊNCIAS

- ABATE, P. F. et al. Barcoll Hardness of dental materials treated with an APF foam. **J Clin Pediatr Dent**, v.25, n.2, p.143-146, 2001.
- ARGENTA, R. M. O.; TABCHOURY, C. P. M.; CURY, J. A. Modelo de ciclagens de pH para avaliar o efeito do fluoreto na desmineralização do esmalte. **Pesqui Odontol Bras**, v.17, n.3, p.241-246, Jul./Set. 2003.
- BRATHALL, D.; HÄNSELL PETERSSON G.; SUNDBERG, H. Reasons for the caries decline: what do the experts believe? **Eur J Oral Sci**, v.104, p.416-422, 1996.
- BROWN, T.; DONLY, K. J.; TOM, M. Enamel fluoride uptake from topical fluoride formulations. **J Dent Res**, v.73, p.239, 1994.
- CURY, J. A. Uso do flúor e controle da cárie como doença. In: BARATIERI, L. N. et al. **Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades**. São Paulo: Santos, 2001. 739p. p.31-68.
- DELBEM, A. C. B.; CURY, J. A. Efeito do tempo de aplicação tópica de FFA na formação e retenção de "CaF₂" no esmalte dental humano. **Rev Odontol UNESP**, v.25, n.2, p.217-227, 1996.
- DELBEM, A. C. B.; CURY, J. A. Effect of application time of APF and NaF gels on microhardness and fluoride uptake of *in vitro* enamel caries. **Am J Dent**, v.15, n.3, June 2002.
- FEATHERSTONE, J. D. B. et al. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. **Caries Res**, v.17, p.385-391, 1983.
- FEATHERSTONE, J. D. B. et al. Enhancement of remineralization *in vitro* and *in vivo*. In: LEACH, S. A. **Factors relating to demineralization and remineralization of the teeth**. Oxford: IRL Press, 1986. p.23-24.
- GARCIA-GODOY, F. et al. Acidulated phosphate fluoride treatment and formation of caries-like lesions in enamel: effect of application time. **J Clin Pediatr Dent**, v.19, n.2, p.105-110, 1995.
- HAYACIBARA, M. F. et al. Alkali-soluble fluoride deposition on enamel alter professional application of topical fluoride *in vitro*. **J Appl Oral Sci**, v.12, n.1, p.18-21, 2004.
- HAZELRIGG, C. O.; DEAN, J. A.; FONTANA, M. Fluoride varnish concentration gradient and its effect on enamel demineralization. **Pediatr Dent**, v.25, n.2, p.119-126, Jan./Feb. 2003.

HEBLING, J.; SANTOS-PINTO, L. M.; CURY, J. A. Calcium Fluoride formation on human enamel by APF gels: effect of application time. **Rev Bras Odont**, v.52, p.30-35, 1995.

HICKS, J.; GARCIA-GODOY, F.; FLAITSZ, C. Biological factors in dental caries: role of remineralization and fluoride in the dynamic process of demineralization and remineralization (part 3). **J Clin Pediatr Dent**, v.28, n.3, p.203-214, 2004.

JIANG, H. et al. The effect of a bi-annual professional application of APF foam on dental caries increment in primary teeth: 24-month clinical trial. **J Dent Res**, v.84, n.3, p.265-268, Mar. 2005.

JIANG, H. et al. Effect of professional application of APF foam on dental caries reduction in permanent first molars in 6-7-year-old children: 24-month clinical trial. **J Dent Res**, v.33, n.6, p.469-473, July 2005.

le COMPTE, E. J. Clinical application of topical fluoride products: risks, benefits and recommendations. **J Dent Res**, v.66, n.5, p.1066-1071, 1987.

MAIA, L. C.; de SOUZA, I. P. R.; CURY, J. A. Effect of a combination of fluoride dentifrice and varnish on enamel surface rehardening and fluoride uptake *in vitro*. **Eur J Oral Sci**, v.111, p.68-72, 2003.

MARINHO, V. C. C. et al. Systematic review of controlled trials on the effectiveness of fluoride gels for the prevention of dental caries in children. **J Dent Educ**, v.67, p.448-458, 2003a.

MARINHO, V. C. C. et al. Topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels or varnishes) for preventing dental caries in children and adolescents. **Cochrane Database Syst Rev**, v.4, CD002782, 2003b.

MARINHO, V. C. C. et al. Combinations of topical fluoride (toothpastes, mouthrinses, gels, varnishes) *versus* single topical fluoride for preventing dental caries in children and adolescents. **Cochrane Database Syst Rev**, v.1, CD002781, 2004.

MAIA, L. C.; de SOUZA, I. P. R.; CURY, J. A. Effect of fluoridated dentifrice and acidulated phosphate fluoride application on artificial carious lesions. **Eur J Oral Sci**, v.111, p.68-72, 2003.

MENDES, S.; SOUZA, I. P.; CURY, J. A. Firmly and loosely bound fluoride deposited on enamel by APF gels: effect of application time. **Rev Odont Univ São Paulo**. v.10, p.281-285, 1996.

MEREDITH, N. et al. Measurement of the microhardness and Young's modulus of human enamel and dentine using an indentation technique. **Archs Oral Biol**, v. 41, p.539-545, 1996.

MONTE ALTO, L. A. **Efeito *in vitro* de produtos fluoretados de uso profissional na incorporação do fluoreto e na recuperação mineral do esmalte**

artificialmente cariado. 2004. 57f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MORENO, E. C. Role of Ca-P-F in caries prevention: chemical aspects. **Int Dent J**, v.43, n.1, p.71-80, 1993.

NEWBRUN, E. **Cariology**. 3.ed. Chicago: Quintessence. 1989. p.19-24.

NEWBRUN, E. Topical fluorides in caries prevention and management: a north american perspective. **J Dent Educ**, v.65, n.10, p1078-1083, 2001.

ØGGARD, B.; SEPPÄ, L.; RØLLA, G. Professional topical fluoride applications – clinical efficacy and mechanism of action. **Adv Dent Res**, v.8, n.2, p.190-201, 1994.

PAES LEME, A. F. et al. Effect of fluoridated dentifrice and acidulated phosphate fluoride on early artificial carious lesions. **Am J Dent**, v.16, n.2, p.91-95, Apr. 2003.

PATUSSI, E. G.; FAUST, K.; MIRANDA, C.; ALMEIDA, I. C. S.; PRATES, L. H. M.; CALVO, M. C. M. Comparação de diferentes métodos para determinação da dureza do esmalte de dentes decíduos. **Braz Oral Res**, v.19, p.173, 2005.

PEIXOTO, E. M. C.; SILVA, M. F. A. *In vivo* evaluation in humans of a fluoride gel applied for 1 minute. **Rev Bras Odont**, v.49, p.1-4, 1992.

RIPA, L. W. An evaluation of the use of professional (operator-applied) topical fluorides. **J Dent Res**, v.69, p.786-96, Feb. 1990.

SILVERSTONE, L. M.; FEATHERSTONE, M. J.; POWDERS, A. M. The effect of various exposure times of fluoride to enamel lesions *in vivo*. **J Dent Res**, v.68, p.299, 1989.

SPAK, C. J. et al. Studies of human gastric mucosa after application of 0,42% fluoride gel. **J Dent Res**, v.69, n.2, p.426-429, Feb. 1990.

TAGLIAFERRO, E. P. S. **Avaliação *in vitro* da associação de laser de CO₂ e flúor fosfato acidulado na inibição da progressão de cárie em esmalte de dentes decíduos.** 2004. 73f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, São Paulo.

ten CATE, J. M. *In vitro* studies on the effects of fluoride on de- and remineralization. **J Dent Res**, v.69, n.2, p.614-619, Feb. 1990.

ten CATE, J. M. et al. Relation between enamel fluoride retention and time of topical treatment. An *in situ* study. **J Dent Res**, v.67, p.114, 1988.

van RIJKOM, H. M.; TRUIN, G. J.; van't HOF, M. A. A meta-analysis of clinical studies on the caries-inhibiting effect of fluoride gel treatment. **Caries Res**, v.32, p.83-92, 1998.

WEFEL, J. S.; WEI, S. H. Y. *In vitro* evaluation of fluoride uptake from a thixotropic gel. **Pediatr Dent**, v.1, n.2, p.97-100, 1979.

WEI, S. H. Y.; HATTAB, F. N. Enamel fluoride uptake from a new APF foam. **Pediatr Dent**, v.10, n.2, p.111-114, 1988a.

WEI, S. H. Y.; HATTAB, F. N. Time dependence of enamel fluoride acquisition from APF gels. I. *In vitro* study. **Pediatr Dent**, v.10, n.3, p.168-172, Sep. 1988b.

WEI, S. H. Y.; LAU, E. W. S.; HATTAB, F. N. Time dependence of enamel fluoride acquisition from APF gels. II. *In vivo* study. **Pediatr Dent**, v.10, n.3, p.173-176, Sep. 1988.

WEI, S. H. Y.; CHIK, F. F. Fluoride retention following topical fluoride foam and gel application. **Pediatr Dent**, v.12, n.6, p.368-374, Nov./Dec. 1990.

WHITE, D. J. Reactivity of fluoride dentifrice with artificial caries I. Effects on early lesions: F uptake, surface hardening and remineralization. **Caries Res**, v.21, p.126-140, 1987a.

WHITE D. J. Use of synthetic polymer gels for artificial carious lesion preparation. **Caries Res**, v.21, n.3, p.228-242, 1987b.

WHITFORD, G. M. Fluoride in dental products: safety considerations. **J Dent Res**, v.66, n.5, p.1056-1060, May 1987.

WHITFORD, G. M. et al. Enamel uptake and patient exposure to fluoride: comparison of APF gel and foam. **Pediatr Dent**, v.17, n.3, p.199-203. May/June 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Informação e consentimento pós-informação para pesquisa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA – ÁREA DE CONCENTRAÇÃO ODONTOPEDIATRIA

INFORMAÇÃO E CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO PARA PESQUISA

Meu nome é Karin Faust e estou desenvolvendo a pesquisa intitulada “Efeito do flúor fosfato acidulado – gel e espuma – sobre lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos”, com o objetivo de verificar se o flúor na forma de espuma tem a mesma capacidade de remineralização que o flúor na forma de gel na lesão de cárie inicial em paciente infantil. Utilizaremos o(s) dente(s) de seu filho(a) que tem indicação de extração sem relação com a nossa pesquisa, mas por outros motivos (impossibilidade de tratamento causada por cárie dental ou problema de canal, finalidade ortodôntica, traumatismo, ou outros). Se você tiver alguma dúvida em relação ao estudo, ou não quiser mais que seu filho(a) participe do mesmo, pode entrar em contato pelo telefone (48) 2252728 ou 99191993 e falar com a cirurgiã dentista Karin Faust. Se você estiver de acordo em participar, esclarecemos que os dentes coletados serão utilizados somente nesta pesquisa específica.

Nome da criança: _____
Nome do responsável: _____
Notação Dental: _____

Declaro estar ciente, que estou doando o órgão dental, para finalidade de pesquisa,

Responsável pelo doador

Data: ____/____/____.

Karin Faust
Pesquisadora

Profª. Drª. Izabel Cristina Santos Almeida
Orientadora

Este consentimento será impresso em duas vias, sendo uma de propriedade do participante da pesquisa (ou seu responsável), e outra dos pesquisadores responsáveis.

**APÊNDICE B - Valores médios de microdureza superficial inicial e
após a formação da lesão de cárie artificial**

Tab. 1: Valores médios de microdureza superficial inicial e após formação da lesão de cárie artificial do grupo Controle não-ciclado (C1).

Grupo C1								
Amostras	Microdureza Inicial				Microdureza após lesão de cárie			
	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias
01	344	315	315	324,67	208	227	213	216
02	299	290	290	293	208	210	198	205,33
03	279	274	274	275,67	113	201	199	171
04	287	287	279	284,33	204	219	212	211,67
05	279	276	290	281,67	221	229	227	225,67
06	306	303	276	295	203	199	194	198,67
07	319	299	285	301	184	221	215	206,67
08	329	299	319	315,67	143	142	132	139
09	306	299	319	308	199	210	191	200
10	296	287	272	285	206	190	184	193,33
11	303	263	276	280,67	201	210	203	204,67
12	271	287	326	294,67	196	196	204	198,67
13	285	287	296	289,33	181	194	193	189,33
14	276	271	285	277,33	184	176	182	180,67
15	303	276	290	289,67	175	147	132	151,33
Total				293,04				192,8

Ind: indentação.

Tab. 2: Valores médios de microdureza superficial inicial e após formação da lesão de cárie artificial do grupo Controle ciclado (C2).

Grupo C2								
Amostras	Microdureza Inicial				Microdureza após lesão de cárie			
	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias
01	329	290	287	302	148	166	135	149,67
02	287	274	276	279	94	165	163	140,67
03	296	282	299	292,33	175	171	170	172
04	299	299	319	305,67	152	141	149	147,33
05	274	285	306	288,33	162	176	171	169,67
06	290	309	302	300,33	182	194	188	188
07	293	306	309	302,67	191	187	193	190,33
08	272	274	274	273,33	149	160	151	153,33
09	290	306	322	306	190	191	181	187,33
10	274	279	282	278,33	185	185	174	181,33
11	285	276	279	280	162	165	165	164
12	274	290	285	283	178	184	179	180,33
13	303	329	287	306,33	167	168	182	172,33
14	319	293	315	309	174	165	167	168,67
15	309	312	312	311	168	174	162	168
Total	294,49				168,87			

Ind: indentação.

Tab. 3: Valores médios de microdureza superficial inicial e após formação da lesão de cárie artificial do grupo Gel 1 minuto (G1).

Grupo G1								
Amostras	Microdureza Inicial				Microdureza após lesão de cárie			
	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias
01	274	275	285	278	174	174	168	172
02	282	274	279	278,33	161	167	168	165,33
03	287	276	287	283,33	155	151	155	153,67
04	279	322	274	291,67	204	210	199	204,33
05	85	276	285	282	178	199	182	186,33
06	290	319	326	311,67	203	201	191	198,33
07	274	279	287	280	160	165	172	165,33
08	276	279	303	286	198	198	191	195,67
09	290	285	279	284,67	178	168	176	174
10	274	299	293	288,67	178	176	174	176
11	285	285	282	284	149	171	171	163,67
12	274	293	287	284,67	141	139	135	138,33
13	279	293	293	288,33	190	210	213	204,33
14	282	306	282	290	160	172	176	169,33
15	285	274	279	279,33	194	193	198	195
Total				286,04				177,47

Ind: indentação.

Tab. 4: Valores médios de microdureza superficial inicial e após formação da lesão de cárie artificial do grupo Gel 4 minutos (G2).

Grupo G2								
Amostras	Microdureza Inicial				Microdureza após lesão de cárie			
	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias
01	279	285	276	280	146	140	142	142,67
02	285	296	279	286,67	161	160	157	159,33
03	290	287	290	289	203	215	190	202,67
04	274	296	279	283	167	142	153	154
05	351	306	336	331	170	178	181	176,33
06	279	279	293	283,67	188	196	199	194,33
07	285	276	293	284,67	143	161	131	145
08	268	274	274	272	185	185	182	184
09	296	276	263	278,33	182	184	179	181,67
10	282	287	285	284,67	176	176	178	176,67
11	299	303	299	300,33	175	178	179	177,33
12	306	315	312	311	176	181	179	178,67
13	279	274	274	275,67	210	199	212	207
14	287	293	285	288,33	152	153	155	153,33
15	296	306	282	294,67	143	154	146	147,67
Total				289,53				172,04

Ind: indentação.

Tab. 5: Valores médios de microdureza superficial inicial e após formação da lesão de cárie artificial do grupo Espuma 1 minuto (E1).

Grupo E1								
Amostras	Microdureza Inicial				Microdureza após lesão de cárie			
	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias
01	319	312	306	312,33	179	172	162	171
02	282	315	312	303	181	161	163	168,33
03	279	282	263	274,67	204	213	208	208,33
04	290	326	293	303	147	157	171	158,33
05	285	285	306	292	171	176	178	175
06	274	329	272	291,67	141	151	152	148
07	279	299	296	291,33	172	174	162	169,33
08	279	282	266	275,67	179	188	187	184,67
09	268	287	274	276,33	143	151	156	150
10	293	271	282	282	170	166	166	167,33
11	285	274	282	280,33	184	188	181	184,33
12	282	285	282	283	156	135	142	144,33
13	276	290	274	280	159	174	168	167
14	274	282	290	282	182	182	181	181,67
15	285	285	293	287,67	121	105	105	110,33
Total				287,67				165,87

Ind: indentação.

Tab. 6: Valores médios de microdureza superficial inicial e após formação da lesão de cárie artificial do grupo Espuma 4 minutos (E2).

Grupo E2								
Amostras	Microdureza Inicial				Microdureza após lesão de cárie			
	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias	Ind 1	Ind 2	Ind 3	Médias
01	306	299	279	294,67	161	157	146	154,67
02	279	279	282	280	130	130	132	130,67
03	276	290	299	288,33	167	159	159	161,67
04	306	322	293	307	172	156	149	159
05	279	303	287	289,67	178	199	194	190,33
06	285	276	276	279	212	196	181	196,33
07	276	293	293	287,33	140	130	139	136,33
08	276	274	287	279	179	184	190	184,33
09	296	290	282	289,33	157	167	178	167,33
10	274	303	249	275,33	187	176	184	182,33
11	296	285	274	285	153	157	162	157,33
12	299	299	326	308	134	151	122	135,67
13	351	333	312	332	132	135	125	130,67
14	312	333	296	313,67	190	175	184	183
15	312	306	290	302,67	156	155	165	158,67
Total				294,07				161,89

Ind: indentação.

Tab. 7: Médias \pm desvio-padrão (DP) dos valores de microdureza superficial inicial de acordo com os tratamentos.

Tratamentos/Grupos	N	Médias \pm DP	Intervalo de Confiança 95%	
			Superior	Inferior
Controle não-ciclado	15	293,04 \pm 14,15	285,2094	300,8795
Controle ciclado	15	294,49 \pm 13,01	287,2817	301,6961
Gel 1min	15	286,04 \pm 8,25	281,4747	290,6142
Gel 4min	15	289,53 \pm 15,06	281,1954	297,8713
Espuma 1min	15	287,67 \pm 11,23	281,4454	293,8879
Espuma 4min	15	294,07 \pm 15,73	285,3560	302,7774
Total	90	290,81 \pm 13,19	288,0450	293,5698

ANOVA 1 via ($p < 0,05$): não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de microdureza superficial inicial ($p = 0,3673$).

Tab. 8: Comparação dos valores de microdureza superficial inicial.

Fonte de Variação	SQ	GL	QM	F	p
Grupo	950	5	190	1,10	0,367355
Error	14531	84	173		
Total	15482	89			

SQ: Soma dos Quadrados; GL: graus de liberdade; QM: Quadrados Médios; F: valor F; p: valor p. ANOVA 1 via ($p < 0,05$): não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Tab. 9: Médias \pm desvio-padrão (DP) dos valores de microdureza superficial após a formação de lesão de cárie de acordo com os tratamentos.

Tratamentos/Grupos	N	Médias \pm DP	Intervalo de Confiança 95%	
			Superior	Inferior
Controle não-ciclado	15	192,80 \pm 23,65	179,70	205,90
Controle ciclado	15	168,87 \pm 15,52	160,27	177,46
Gel 1min	15	177,47 \pm 19,42	166,71	188,22
Gel 4min	15	172,04 \pm 20,75	160,55	183,54
Espuma 1min	15	165,87 \pm 22,45	153,43	178,30
Espuma 4min	15	161,89 \pm 22,00	149,71	174,07
Total	90	173,15 \pm 22,59	168,42	177,89

ANOVA 1 via ($p < 0,05$): houve diferença estatisticamente significativa nos valores de microdureza superficial após a formação da lesão de cárie ($p = 0,0019$).

Tab. 10: Comparação dos valores de microdureza superficial após a formação da lesão de cárie.

Fonte de Variação	SQ	GL	QM	F	p
Grupo	9063	5	1813	4,189	0,001900
Error	36344	84	433		
Total	45407	89			

SQ: Soma dos Quadrados; GL: graus de liberdade; QM: Quadrados Médios; F: valor F; p: valor p. ANOVA 1 via ($p < 0,05$): houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos C1 e C2 ($p = 0,027$); C1 e E1 ($p = 0,008$); C1 e E4 ($p = 0,0015$).

Tab. 11: Médias \pm desvio-padrão (DP) dos valores de percentual de perda de microdureza superficial (%PDS) após a formação de lesão de cárie de acordo com os tratamentos.

Tratamentos/Grupos	N	Médias \pm DP	Intervalo de Confiança 95%	
			Superior	Inferior
Controle não-ciclado	15	-34,05 \pm 8,62	-38,83	-29,28
Controle ciclado	15	-42,60 \pm 5,31	-45,54	-39,66
Gel 1min	15	-37,98 \pm 6,29	-41,47	-34,50
Gel 4min	15	-40,42 \pm 8,03	-44,87	-35,98
Espuma 1min	15	-42,20 \pm 8,70	-47,02	-37,38
Espuma 4min	15	-44,66 \pm 8,99	-49,64	-39,68
Total	90	-40,32 \pm 8,32	-42,06	-38,58

ANOVA 1 via ($p < 0,05$): houve diferença estatisticamente significativa nos valores de %PDS após a formação da lesão de cárie (0,0054), diferenças entre C1 e C2 ($p = 0,0391$); C1 e E4 ($p = 0,005$).

**APÊNDICE C - Formulação química das soluções desmineralizadora
(DES – indutora de cárie) e remineralizadora (RE)**

Solução indutora de cárie ou Solução desmineralizadora (DES) – 1 Litro

Para obtenção do gel

- Carbopol 980 1%
- água destilada qsp 100 mL
- solução alcalinizante (qs pH 5,0)

Para obtenção da solução

- 0,2% de hidroxiapatita
- 0,2% do gel de Carbopol 1%
- solução de ácido láctico 0,01mol/L
- água destilada qsp 100 mL
- pH final = 5,0

Solução remineralizadora (RE) – 1 Litro

- hidróxido de cálcio 0,01146%
- ácido clorídrico 1M 0,6%
- cloreto de potássio 1,118%
- ácido fosfórico (solução 85%) 0,0059%
- tampão TRIS 0,1M 0,224%
- flúor 0,05 ppm F
- água destilada qsp 100 mL
- pH final = 7,0

APÊNDICE D - Estudo piloto para determinação do período de exposição do esmalte dental decíduo à solução indutora de cárie

Foram utilizados cinco espécimes de esmalte de molares decíduos hígidos, preparados da mesma forma descrita anteriormente. A microdureza superficial foi verificada com a ponta indentadora Knoop, realizando-se 3 indentações, com carga de 50g, por 5s, espaçadas entre si em 100µm. Os valores médios de microdureza superficial variaram entre 284,67 e 318KHN, sendo que a média foi de 312,13KHN.

Os espécimes foram imersos individualmente em 14mL de solução de ácido láctico com formulação similar à descrita por WHITE (1987), pH 5,0, modificada pela utilização de Carbopol 980 (0,2%), sendo mantidos em estufa biológica a 37°C. Inicialmente, permaneceram por 12h na solução e, após este período, 3 novas indentações foram realizadas 100µm abaixo das anteriores. Posteriormente, voltaram à solução por mais 6h, totalizando 18h de exposição. Da mesma forma, foi verificada a microdureza após este período, com três novas indentações abaixo das anteriores. Os espécimes permaneceram ainda pelos períodos de 24, 36 e 60h e a microdureza superficial foi verificada da mesma forma anteriormente descrita.

A partir da média das três indentações realizadas a cada tempo de exposição calculou-se o percentual de perda de dureza superficial (%PDS) (**tabela 1**), utilizando-se a fórmula:

$$\%PDS = \frac{\text{Microdureza Inicial} - \text{Microdureza após Lesão}}{\text{Microdureza Inicial}} \times 100$$

Os resultados demonstraram perda de 57,4% de mineral nas primeiras 12 horas, sendo que nos períodos testados subsequente a perda mineral foi de 59,8%, 60,6%, 57,8% e 51,2%, em 18, 24, 36 e 60 horas respectivamente, não havendo diferença estatisticamente significativa ($p>0,05$) (**tabela1**).

Os resultados da análise de microdureza superficial após a formação da lesão de cárie artificial foram analisados estatisticamente através da Análise de Variância para Medidas Repetidas, considerando que os seis períodos de exposição são amostras dependentes entre si. Os resultados demonstraram haver diferença estatisticamente significativa entre os períodos de exposição ($p<0,0001$) (**tabela 2**). Para as comparações múltiplas das médias, foi utilizado o teste Bonferroni, ao nível de significância de 5% e observou-se que o período inicial foi diferente significativamente dos outros períodos. Os demais períodos não apresentaram diferenças entre si (**tabela 3 e figura 1**).

Tab. 1: Valores médios de microdureza superficial inicial e após exposição à solução indutora de cárie artificial de cada espécime e percentual de perda de dureza superficial (%PDS) em cada período de exposição.

Amostra /Período	Inicial	12h	18h	24h	36h	60h
01	300,67	145	118,67	114,67	100,03	100,87
02	318	113,67	104	96,43	96,9	108,33
03	294	133,33	120,67	119,67	126,67	142
04	284,67	122	131,33	144,67	198,67	253
05	313,33	129,67	132	119	114,67	132,33
Total	302,13	128,73	121,33	118,89	127,39	147,31
%PDS	-	57,4%	59,8%	60,6%	57,8%	51,2%

Tab. 2: Médias \pm desvio-padrão (DP) dos valores de percentual de perda de microdureza superficial (%PDS) após a formação de lesão de cárie de acordo com os tratamentos.

Período	N	Médias \pm DP	Intervalo de Confiança 95%	
			Superior	Inferior
Inicial	5	302,13 \pm 13,70	285,12	319,14
12 horas	5	128,73 \pm 11,82	114,05	143,41
18 horas	5	121,33 \pm 11,42	107,15	135,51
24 horas	5	118,89 \pm 17,23	97,49	140,28
36 horas	5	127,39 \pm 41,59	75,74	179,03
60 horas	5	147,31 \pm 61,44	71,02	223,59

Análise de Variância para Medidas Repetidas: houve diferença estatisticamente significativa entre os períodos de exposição ($p < 0,0001$).

Tab. 3: Comparação múltipla das médias pelo teste Bonferroni (valores de p).

Período	Inicial	12 horas	18 horas	24 horas	36 horas	60 horas
Inicial		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001
12 horas	0,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000
18 horas	0,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000
24 horas	0,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000
36 horas	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000

Teste Bonferroni: houve diferença estatisticamente significativa entre o período de exposição inicial e os outros períodos. Os demais períodos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si.

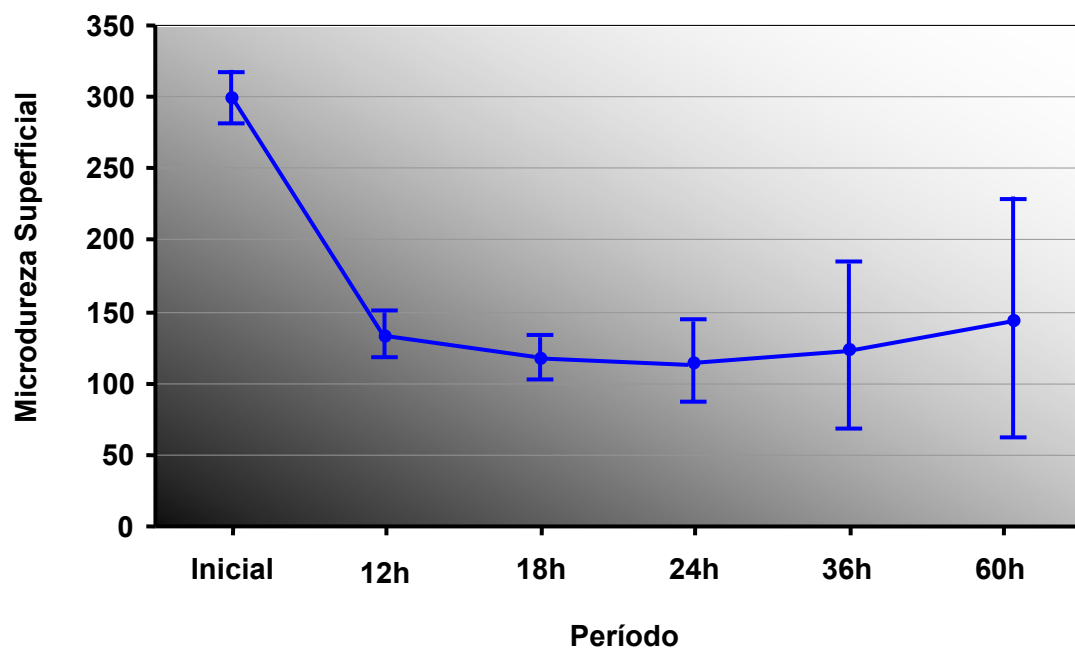


Fig. 1: Representação gráfica das médias de microdureza superficial e Intervalo de Confiança nos períodos de exposição testados. As barras verticais denotam Intervalo de Confiança de 0,95.

APÊNDICE E – Valores médios de microdureza em secção longitudinal do esmalte e percentual de volume mineral (%Vol) em cada profundidade

Tab. 1: Valores médios de microdureza em secção longitudinal do esmalte em cada profundidade do grupo Cariado não-ciclado (C1).

Grupo C1									
Amostras / Profundidade	20µm	40µm	60µm	80µm	100µm	120µm	140µm	160µm	180µm
01	219	236	252	260,33	252	240,67	241,33	241,33	231,33
02	222,33	209,33	219	233	231,33	248	241	253	255
03	211,67	222,33	221,67	238,33	254,33	248	256	261,67	255,33
04	240,33	242	227,33	228,67	246,33	238,67	247,67	231	240,33
05	260	250,33	248,67	259,33	266,67	303	266	258,33	297
06	148,33	194	221,67	223,33	231	246,67	250	253	268,33
07	236,67	245,33	256,67	259	258	260,33	258,33	253,33	274,67
08	208,67	247,33	245,67	263	269,67	274,67	274,67	268,67	278,33
09	255	273,67	281	294,67	289,67	290,33	272	273,67	279,67
10	242,33	254	254,33	251,67	259	263,67	262,33	258,33	259
11	219,67	220,33	226,33	256	255,33	232,67	227	237,33	234,67
12	205,67	215,33	241	242	227,67	225,33	261,33	231,33	232,67
13	243,33	244,67	258,67	247,33	256,33	259,67	264,67	254,33	272,33
14	239	242,67	234	236	269,67	259	260,33	253,33	261,33
15	202,33	221	240,33	230,33	223	237,67	251	229,67	233
Total	223,62	234,55	241,89	248,20	252,67	255,22	255,58	250,55	258,20

Tab. 2: Valores médios de microdureza em secção longitudinal do esmalte em cada profundidade do grupo Cariado ciclado (C2).

Grupo C2									
Amostras / Profundidade	20µm	40µm	60µm	80µm	100µm	120µm	140µm	160µm	180µm
01	249	267,33	272,33	269,33	277,33	296	280,67	278,67	289,33
02	222	215,33	220	215,33	250	255	255,67	287,67	262,33
03	232	229	243,67	250,67	251,33	241	241,33	230	248,67
04	215,67	225,67	254,33	231,33	206,67	222,33	230,67	193,33	218,33
05	228	219,33	237	258,33	286	273,67	279	285	286
06	242,33	230,33	252	223	245,67	253	241,33	227,33	247
07	240,33	270	278,33	298	278	296	300	271,33	262
08	229	223	226,33	217,33	231,33	221,67	212,33	248	250
09	230,33	256,33	261,33	272,33	263,67	252,67	247,67	258	245,67
10	226,33	234,33	257,67	237	235,33	241	252,67	260	256,33
11	244	271,67	258,67	255,67	262,33	274,33	271	252,67	254,33
12	222	252,67	223,33	234,67	265,67	266,67	247,67	276,33	274,67
13	236	223	251,67	256	252	255,33	243,33	251,33	253,33
14	253	265	271	257,67	291	268,67	274,67	297,33	306
15	253,67	239,33	267,33	267	293,33	286	285,33	285,33	284,67
Total	234,91	241,49	251,67	249,58	259,31	260,22	257,56	260,16	262,58

Tab. 3: Valores médios de microdureza em secção longitudinal do esmalte em cada profundidade do grupo Gel 1 minuto (G1).

Grupo G1									
Amostras / Profundidade	20µm	40µm	60µm	80µm	100µm	120µm	140µm	160µm	180µm
01	238,67	254,33	276,67	253,33	253	253,33	237,67	265,33	289
02	247,67	213	225	239,67	234	245	238,33	223,33	238,33
03	238	255	252	268,33	247	279,67	269,67	273,33	271
04	226,67	252,67	262,67	263,33	278,67	274	295	279,67	273,33
05	245,67	258,33	243,33	274,67	262,33	253,67	260	244,67	259,67
06	288,67	282,67	289,33	241,67	212,33	225,33	173	257,33	274,67
07	212,33	250,67	257,33	267	287	298,33	262	243,33	259,33
08	200,33	225,67	222,67	234	225,67	245,67	259	243,33	247
09	262,67	236,33	233,67	231,67	219	241,33	228	245,33	235
10	216,67	231,67	253,33	254,67	257,33	267	267,67	252	254
11	236,67	240	235	243,33	258,33	247	255	235	243,67
12	203	211	235	249,33	230,67	222,67	247,67	249	246,33
13	205,33	227	222,33	232	224	253	245,33	252	267,67
14	223,33	264	277,33	292	292,33	282	287,67	280,33	290,67
15	297,67	285	282,67	297,67	319,67	311,33	325	267,33	266,67
Total	236,22	245,82	251,22	256,18	253,42	259,96	256,73	254,09	261,09

Tab. 4: Valores médios de microdureza em secção longitudinal do esmalte em cada profundidade do grupo Gel 4 minutos (G2).

Grupo G2									
Amostras / Profundidade	20µm	40µm	60µm	80µm	100µm	120µm	140µm	160µm	180µm
01	226	258,33	224,33	259	259	255,67	248,67	287,67	274,33
02	267	278,33	287	276,67	278,33	280,33	286,67	264	266,33
03	196	260,67	272	283,33	276	270,67	261,33	284	276,33
04	220	217,33	246,33	230,67	275,67	252,67	270,67	292	268,33
05	266	289,33	293,33	273,67	269,67	267	275,33	271	274,67
06	200,33	196	220,67	227	242	244,67	268,33	238	226
07	246	267,33	278,33	283,33	287,33	276	271,33	239,67	272
08	219	217,67	231	274,33	270,33	260,33	252,33	248	240
09	224	236,67	264,67	230	262,67	275	273,33	244,67	240,67
10	231,33	242,33	245,33	249,67	244,33	254,33	244,67	272	251
11	240	245,67	261,67	264	272,33	291,67	268,67	269,67	274,67
12	178,67	195,67	223,67	222,33	235,67	245	249	236	263,33
13	186,67	212	222,33	229	232,67	234,67	226,33	228	243
14	228,33	237,33	255,67	270	260	253,67	250,67	235	258,67
15	189,33	284,67	223,33	231,33	213	228,67	217	222	219,33
Total	223,21	238,96	248,94	254,87	260,54	260,48	259,58	256,56	258,85

Tab. 5: Valores médios de microdureza em secção longitudinal do esmalte em cada profundidade do grupo Espuma 1 minuto (E1).

Grupo E1									
Amostras / Profundidade	20µm	40µm	60µm	80µm	100µm	120µm	140µm	160µm	180µm
01	301,67	305	276	316,67	337,33	352,33	333,67	351,33	323
02	213,33	255,33	259	267,67	256,33	255	265,33	241,67	231,33
03	198,67	221,33	233,67	238	249,67	244,67	263,33	237,67	202
04	207	238,33	245,33	250,67	255,67	249,67	244,33	257	266
05	178	218,67	208	224	231	213,67	228,67	154	214
06	230	217	191,33	221	234,67	240	239	254,33	265
07	249,67	238	236,67	246,67	264	275,33	259,33	259,67	280,33
08	218,67	196	216	213,33	232,33	271	258,67	248	263,67
09	219,33	220,33	216,33	234	239	227,33	235,67	219,67	228
10	211,33	242,67	245,67	225	255,67	248,33	267,33	252	255,33
11	237	243,33	249	258,67	272	266,33	282	263	274,67
12	193	186,33	189,67	201	201,67	195	196,67	206,67	215,67
13	171,33	177,67	191,33	185,33	195,67	187,33	190,67	176,67	162,33
14	222,67	227	220,67	233	227,33	217,33	238,33	248,67	234,33
15	215,67	229,33	246,33	241	235,33	230,67	226,33	231,33	216,67
Total	217,82	227,76	228,33	237,07	245,84	244,93	248,62	240,11	242,15

Tab. 6: Valores médios de microdureza em secção longitudinal do esmalte em cada profundidade do grupo Espuma 4 minutos (E2).

Grupo E2									
Amostras / Profundidade	20µm	40µm	60µm	80µm	100µm	120µm	140µm	160µm	180µm
01	319	312,33	332	313	333,67	309,67	312,67	315,33	294,33
02	225,67	261,33	262,67	261,33	284	257	275	280	267
03	248	260	257,67	270,33	266	281	282,33	269,33	318
04	214,67	254	253	233,33	272	265,67	287,67	268,67	274,67
05	203,67	200,33	216,67	233	222,33	217,33	228,33	232,67	230
06	262,33	263,67	272,67	288,33	273	261,33	297,67	253,67	264,33
07	231,76	242,67	251,38	264,19	254,29	242,62	263,52	237,95	248,62
08	232,67	266	294,67	327	306,33	328	293,33	296	293,33
09	252,33	241,67	268,33	270,67	265	265,67	253,33	256,67	269,67
10	222,33	265,33	262,67	242	255,33	253,33	268,67	269,67	289
11	265	247,67	241	218,67	232,33	233,67	233,33	265	248
12	274,67	290,67	292,67	274,67	278,33	286	302,33	282,67	298,33
13	184	184,33	220,67	303	263,33	257,33	259,67	281,67	277,33
14	216,33	234	248,33	230,67	215,67	236,33	218,33	251	229,67
15	226,33	248	263	271	226	256,67	247,67	243,67	250,67
Total	238,58	251,47	262,49	266,75	263,17	263,44	268,26	266,93	270,20

Tab. 7: Médias \pm desvio-padrão (DP) dos valores de percentual de volume mineral (%Vol) em cada profundidade (μm) de acordo com os tratamentos.

Profundidade	Grupos	N	Médias \pm DP	Intervalo de Confiança 95%		Valor p
				Inferior	Superior	
20 μm	C1	15	75,48 \pm 4,14	73,18	77,77	0,167
	C2	15	77,19 \pm 1,65	76,27	78,10	
	G1	15	77,27 \pm 4,02	75,05	79,50	
	G2	15	75,15 \pm 3,93	72,97	77,32	
	E1	15	74,62 \pm 4,40	72,18	77,06	
	E2	15	77,57 \pm 4,51	75,07	80,07	
	Total	90	76,21 \pm 3,97	75,38	77,04	
40 μm	C1	15	77,10 \pm 2,89	75,50	78,69	0,182
	C2	15	78,07 \pm 2,78	76,52	79,61	
	G1	15	78,65 \pm 3,06	76,96	80,35	
	G2	15	77,21 \pm 4,45	74,75	79,67	
	E1	15	76,06 \pm 4,27	73,69	78,43	
	E2	15	79,36 \pm 4,30	76,98	81,74	
	Total	90	77,74 \pm 3,75	76,96	78,53	
60 μm	C1	15	78,14 \pm 2,38	76,82	79,45	0,005
	C2	15	79,47 \pm 2,50	78,09	80,85	
	G1	15	79,39 \pm 3,06	77,07	81,085	
	G2	15	79,20 \pm 3,43	77,30	81,10	
	E1	15	76,17 \pm 3,75	74,10	78,25	
	E2	15	80,87 \pm 3,78	78,77	82,97	
	Total	90	78,87 \pm 3,43	78,16	79,59	
80 μm^*	C1	15	79,00 \pm 2,46	0,63	77,64	0,075
	C2	15	79,16 \pm 3,12	0,81	77,43	
	G1	15	80,07 \pm 2,76	0,71	78,54	
	G2	15	79,71 \pm 3,12	0,80	77,99	
	E1	15	77,38 \pm 4,20	1,09	75,05	
	E2	15	81,41 \pm 4,17	1,08	79,10	
	Total	90	79,46 \pm 3,50	0,37	78,73	
100 μm	C1	15	79,61 \pm 2,48	78,23	80,98	0,546
	C2	15	80,47 \pm 3,26	78,67	82,28	
	G1	15	79,64 \pm 4,10	77,37	81,91	
	G2	15	80,39 \pm 2,82	78,83	81,96	
	E1	15	78,59 \pm 4,40	76,15	81,02	
	E2	15	80,94 \pm 4,17	78,63	83,25	
	Total	90	79,94 \pm 3,59	79,19	80,69	

Profundidade	Grupos	N	Médias \pm DP	Intervalo de Confiança 95%		Valor p
				Inferior	Superior	
120 μ m	C1	15	79,94 \pm 2,84	78,37	81,51	0,411
	C2	15	80,60 \pm 3,10	78,88	82,32	
	G1	15	80,55 \pm 3,33	78,71	82,40	
	G2	15	80,51 \pm 2,34	79,22	81,81	
	E1	15	78,40 \pm 5,27	75,49	81,32	
	E2	15	81,00 \pm 3,75	78,92	83,07	
	Total	90	80,17 \pm 3,56	79,42	80,91	
140 μ m	C1	15	80,02 \pm 1,73	79,06	80,98	0,515
	C2	15	80,24 \pm 3,16	78,49	81,99	
	G1	15	80,05 \pm 4,67	77,46	82,64	
	G2	15	80,27 \pm 2,58	78,85	81,70	
	E1	15	78,95 \pm 4,67	76,36	81,54	
	E2	15	81,63 \pm 3,76	79,55	83,72	
	Total	90	80,19 \pm 3,58	79,45	80,94	
160 μ m*	C1	15	79,34 \pm 1,86	78,31	80,37	0,099
	C2	15	80,56 \pm 3,81	78,45	82,67	
	G1	15	79,81 \pm 2,2	78,58	81,03	
	G2	15	79,96 \pm 3,08	78,26	81,67	
	E1	15	77,67 \pm 6,12	74,28	81,06	
	E2	15	81,50 \pm 2,91	79,88	83,11	
	Total	90	79,81 \pm 3,70	79,03	80,58	
180 μ m*	C1	15	80,34 \pm 2,73	78,83	81,86	0,227
	C2	15	80,92 \pm 2,92	79,30	82,54	
	G1	15	80,74 \pm 2,28	79,48	82,01	
	G2	15	80,13 \pm 2,56	78,72	81,55	
	E1	15	78,08 \pm 5,44	74,99	81,02	
	E2	15	81,90 \pm 3,37	80,04	83,77	
	Total	90	80,34 \pm 3,50	79,61	81,07	

ANOVA 1 via ($p < 0,05$) nas profundidades 20, 40, 60, 100, 120 e 140 μ m: diferença estatisticamente significativa apenas na profundidade 60 μ m entre E1 e E2 ($p = 0,005$). *Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) nas profundidades 80, 160 e 180 μ m: não evidenciou diferença estatisticamente significativa.

APÊNDICE F - Tabelas e figuras complementares da análise estatística em relação ao Delta Z_R (ΔZ_R)

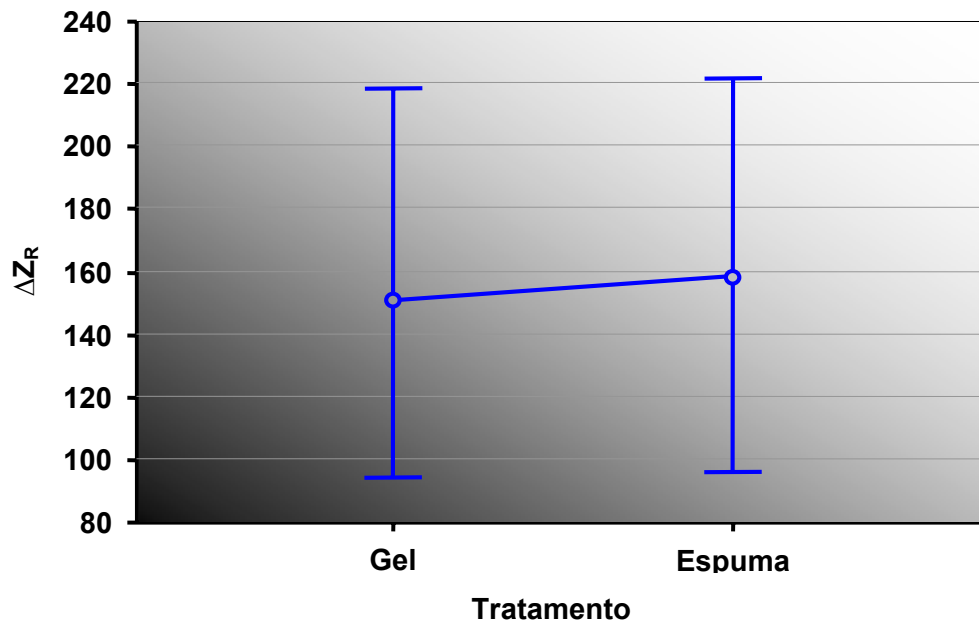


Fig. 1: Médias e Intervalo de Confiança da área de recuperação mineral média (ΔZ_R) de acordo com o tratamento ($p=0,933$).

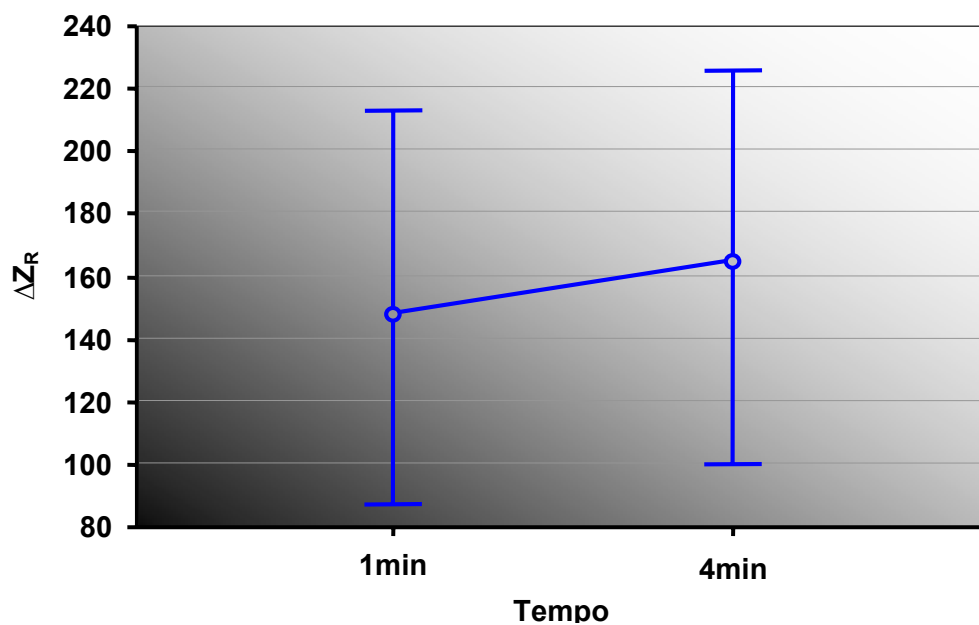


Fig. 2: Médias e Intervalo de Confiança da área de recuperação mineral média (ΔZ_R) de acordo com o tempo ($p=0,734$).

Tab. 1: Comparação dos valores de Delta Z dos grupos experimentais.

Fonte de Variação	SQ	GL	QM	F	p
Tratamento	220	1	220	0,00712	0,933071
Tempo	3601	1	3601	0,11636	0,734297
Tratamento*Tempo	75990	1	75990	2,45526	0,122766
Error	1733196	56	30950		

SQ: Soma dos Quadrados; GL: graus de liberdade; QM: Quadrados Médios; F: valor F; p: valor p. ANOVA (2x2) ($p < 0,05$) demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os entre os tratamentos, nem entre os tempos, nem na interação das variáveis.

Tab. 2: Valores de p da comparação dos grupos experimentais com os grupos controles.

Grupo	Controle ciclado	Controle não-ciclado
Controle não-ciclado	0,992722	-
Controle ciclado	-	0,992722
Gel 1minuto	0,829969	0,546108
Gel 4 minutos	0,990356	1,000000
Espuma 1 minuto	0,999210	0,999949
Espuma 4 minutos	0,960520	0,759440

Teste de Dunnet ($p < 0,05$) demonstrou não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais e os grupos controles.

APÊNDICE G - Relação dos trabalhos elaborados durante o Mestrado

1 PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Resumos simples em anais de eventos ou publicados em periódicos

PATUSSI, Eduardo Grigollo; FAUST, Karin; MIRANDA, Carla; ALMEIDA, Izabel Cristina Santos; PRATES, Luiz Henrique Maykot; CALVO, Maria Cristina Marino. Comparação de diferentes métodos para determinação da dureza do esmalte de dentes decíduos. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, SP, v.19, p.173, 2005.

FERREIRA, Meire Coelho; RAMOS-JORGE, Maria Letícia; FAUST, Karin; VIEIRA, Ricardo de Sousa. Resina composta *versus* ionômero/resina composta: infiltração marginal de restaurações classe II em molares decíduos. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, SP, v.19, p.131, 2005.

MIRANDA, Carla; FAUST, Karin; CARCERERI, Daniela Lemos. Perfil e condição de saúde bucal dos pacientes do NOP/CAPADF - UFSC. In: V ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE ODONTOPEDIATRIA, 2005, Jaraguá do Sul, SC. **Anais do V Encontro Sul Brasileiro de Odontopediatria**. 2005. p.40.

FAUST, Karin; PATUSSI, Eduardo Grigollo; ALMEIDA, Izabel Cristina Santos. Dureza do esmalte de dentes decíduos. In: V ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE ODONTOPEDIATRIA, 2005, Jaraguá do Sul. **Anais do V Encontro Sul Brasileiro de Odontopediatria**. Associação Brasileira de Odontologia Regional de Jaraguá do Sul, 2005. p.24.

FAUST, Karin; PATUSSI, Eduardo Grigollo; ALMEIDA, Izabel Cristina Santos. Dureza do esmalte de dentes decíduos. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, SP, v.18, p.129, 2004.

MIRANDA, Carla; FAUST, Karin; CARCERERI, Daniela Lemos. Perfil e condição de saúde bucal dos pacientes do NOP/CAPADF - UFSC. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, SP, v.18, p.225, 2004.

2 PRODUÇÃO TÉCNICA

2.1 Demais tipos de produção técnica

AZEVEDO, Isabelita Duarte; FAUST, Karin; ALMEIDA, Izabel Cristina Santos. **Tratamento químico-mecânico à base de papaína versus tratamento exclusivamente mecânico da dentina cariada de dentes decíduos: estudo *in vitro***. In: V Semana de Ensino Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina - SEPEX UFSC, 2005, Florianópolis, SC. 2005. (Apresentação de trabalho/Congresso)

FERREIRA, João Júnior Borges; PILATTI, Flávio Marcelo Fontanella; FAUST, Karin; VIEIRA, Ricardo de Sousa. **Mesiodente: relato de caso**. In: XXIII ENCONTRO ACADÊMICO DE ATUALIZAÇÃO ODONTOLÓGICA, 2005, Florianópolis, SC. 2005. (Orientação de trabalho/Encontro)

PATUSSI, Eduardo Grigollo; FAUST, Karin; ALMEIDA, Izabel Cristina Santos. **Dureza do esmalte de dentes decíduos**. In: 23º CONGRESSO INTERNACIONAL DE ODONTOLOGIA DE SÃO PAULO, 2005, São Paulo, SP. 2005. (Apresentação de trabalho/Congresso)

FAUST, Karin; CORDEIRO, Mabel Mariela Rodríguez; ALMEIDA, Izabel Cristina Santos; ROCHA, Maria José de Carvalho. **Consequências da inflamação/infecção perirradicular sobre a unidade dente decíduo e germe do sucessor permanente: relato de caso**. In: XXXV ENCONTRO CIENTÍFICO ANUAL DO GRUPO BRASILEIRO DE PROFESSORES DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA, 2004, Fortaleza, CE. 2004. (Apresentação de trabalho/Congresso)

FAUST, Karin; FERREIRA, Meire Coelho; VIEIRA, Ricardo de Sousa. **Mesiodente na dentição permanente: relato de caso**. In: XXXV ENCONTRO CIENTÍFICO ANUAL DO GRUPO BRASILEIRO DE PROFESSORES DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA, 2004, Fortaleza, CE. 2004. (Apresentação de trabalho/Congresso)

FAUST, Karin; PATUSSI, Eduardo Grigollo; ALMEIDA, Izabel Cristina Santos. **Dureza do esmalte de dentes decíduos**. In: XXXV ENCONTRO CIENTÍFICO ANUAL DO GRUPO BRASILEIRO DE PROFESSORES DE ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA, 2004, Fortaleza, CE. 2004. (Apresentação de trabalho/Congresso)

FAUST, Karin; MIRANDA, Carla; CARCERERI, Daniela Lemos. **Perfil dos pacientes atendidos no NOP/CAPADF - UFSC**. In: CONGRESSO NACIONAL DA ABOPREV, 2004, Porto Alegre, RS. 2004. (Apresentação de trabalho/Congresso)

FAUST, Karin; FERREIRA, Meire Coelho; VIEIRA, Ricardo de Sousa. **Mesiodente na dentição permanente: relato de caso**. In: CONGRESSO NACIONAL DA ABOPREV, 2004, Porto Alegre, RS. 2004. (Apresentação de trabalho/Congresso)

ANEXO

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFSC



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 281/04

I – IDENTIFICAÇÃO:

- **Título do Projeto:** Efeito do flúor fosfato acidulado – gel e espuma – sobre lesão de cárie artificial em esmalte de dentes decíduos: estudo *in vitro*.
- **Pesquisador Responsável:** Prof. Dra. Izabel Cristina Santos Almeida, CCS – UFSC.
- **Pesquisador Principal:** Karin Faust, Odontóloga.
- **Data Coleta dados:** Dez/2004 – Julhol/2005
- **Local onde a pesquisa será conduzida:** Pós-graduação em Odontologia da UFSC.

II - OBJETIVOS:

Avaliar o efeito do flúor fosfato acidulado 1,23%, nas formas de apresentação gel e espuma, em lesão de cárie artificial no esmalte de dentes decíduos, no tempo de aplicação de 1 a 4 minutos, através da avaliação da dureza superficial.

III – SUMÁRIO DO PROJETO:

Pesquisa experimental *in vitro* consistindo em parte de dissertação de mestrado da odontóloga Karin Faust no Programa de Pós-graduação em Odontologia da UFSC.

No estudo serão utilizados dentes decíduos humanos (molares) esfoliados naturalmente ou extraídos por motivos alheios a esta pesquisa e que se encontram armazenados em solução de timol 0,1% na disciplina de Odontopediatria da UFSC. No total serão utilizados 210 espécimes, divididos em 2 grupos controle e 4 grupos experimentais, com 35 espécimes cada um. Como serão utilizadas apenas as superfícies linguais e vestibulares, 105 dentes decíduos serão necessários. Os procedimentos experimentais consistem, basicamente, em medir a dureza Knoop superficial dos espécimes, considerando os grupos controle, antes e depois da aplicação do flúor acidulado nas duas formas e em tempos de 1 e 4 minutos, e posterior comparação e análise de resultados.

IV – COMENTÁRIO:

O projeto se encontra bem instruído e apresenta toda a documentação necessária. O Orçamento é apresentado e os recursos necessários virão do Programa de Pós-graduação em Odontologia da UFSC ou dos próprios pesquisadores.

V – PARECER FINAL

Aprovação

Assinatura manuscrita em tinta azul da Coordenadora do CEPSh, Vera Lucia Bosco.

Vera Lucia Bosco

Coordenadora do CEPSh

Data da Reunião do Conselho de Ética: 29/11/2004

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS.